

## 明 細 書

## 部材の成形方法、バルブガイド及びその成形方法、筒状部材の成形方法

## 技術分野

[0001] 本発明は、例えば燃料噴射ノズルのように内周部の一部にアンダーカット部を有する部材の成形方法、自動車用エンジンのバルブシステムを摺動案内するバルブガイド及びその成形方法、筒状部材の成形方法に関する。

## 背景技術

[0002] 燃料噴射ノズルの一般的な形状を図26に示す。燃料噴射ノズルは軸方向に内径2～4mmの中空穴が形成され、この中空穴の先端に燃料噴出口が、また中空穴の奥部に燃料溜りとなるアンダーカット部が形成されている。

[0003] 部材の内側部にアンダーカット部を機械加工によって形成できるのは、せいぜい内周部の径が10mmまでであり、燃料噴射ノズルのように内径2～3mmの中空穴の内周部にアンダーカット部を形成するには従来から電解加工によって形成している。

[0004] 電解加工以外の方法としては、特許文献1～3に提案される方法がある。特許文献1には、素材をカップ状に成形し、更にこのカップ状素材の上端周縁を外側に膨出させ、外側からダイでしごき加工することで膨出した前記上端周縁を内側に張り出すようにし、結果的に素材内側にアンダーカット部が成形されることが開示されている。

[0005] 特許文献2には、上端部の内径が棒状素材よりも大径となったダイに棒状素材を入れ、上方から棒状素材よりも小径のパンチによって棒状素材の上端を加圧し、素材の上端部をダイ形状に倣って拡径するとともに、小径のパンチが棒状素材の上端に進入する際にアンダーカット部が自動的に成形されることが開示されている。

[0006] 特許文献3には、肩部を有するダイに当該肩部に当か接する段部を有する素材をセットし、また素材に形成した袋穴の途中までマンドレルを挿入し、この状態でパンチによって素材を据え込み成形することでダイ上半部内の材料を変形せしめ、同時にダイ下半部では材料の径方向内側への流れを作らずにアンダーカット部とすることが開示されている。

[0007] また、自動車用エンジンにあっては、吸気弁や排気弁のバルブシステムの往復直線運動を案内すべく、シリンダヘッドに細い筒状のバルブガイドを取り付けている。このバルブガイドの素材としては一般に鉄の焼結品や銅系合金を用いているが、エンジンの高出力化に伴い、軽量で耐熱性に優れた素材を用いることが提案されている。

[0008] また、エンジンのシリンダヘッドに取り付けられるバルブガイドには小径のガイド穴が形成され、このガイド穴に吸気弁や排気弁のバルブシステムが挿通され、高速で摺動するとともに高温下で使用される。このため、バルブガイドには耐磨耗性、耐焼付き性、耐スカッフ性及び熱伝導性に優れることが要求される。

[0009] 上記の特性が要求されるため、バルブガイドの材料としては従来からFe合金の焼結材が用いられてきたが、重量が増すという欠点がある。

そこで、特許文献4では溶融したアルミニウム-珪素合金をガスアトマイズしながら急速凝固堆積させてインゴットを製造し、このインゴットを押し出し成形することで管状とし、これを所定寸法に切断することでバルブガイドとする方法が提案されている。

[0010] また、特許文献5にはバルブガイドに限定されるものではないが、耐熱強度に優れたアルミニウム合金を製造する方法として、急速凝固アルミニウム合金粉末を常温以上300°C以下の温度で予備成形して得た成形体を、450°C～540°Cで鍛造する方法が提案されている。

特許文献1:特開昭56-59552号公報

特許文献2:特開平3-207545号公報

特許文献3:特開平8-90140号公報

特許文献4:特開平11-350059号公報

特許文献5:特開平6-145921号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0011] アンダーカット部を有する部材を電解加工によって製造する場合には、洗浄工程が必ず必要になるとともに、研磨などの廃液処理の問題が生じる。

一方、特許文献1～3にあっては、アンダーカット部を設ける箇所が限定されてしまう。つまり特許文献1では素材全体にアンダーカット部が形成され、特許文献2にあつ

ては素材の上端部に限定され、特許文献3にあっては軸方向に形成した穴の奥部に限定される。

また、特許文献1～3のいずれも素材自体を屈曲させることでアンダーカット部とするため、アンダーカット部の形状を一定にすることが困難で、製品歩留りも悪い。

[0012] 一方バルブガイドに関しては、上述したように、特許文献4や5のようなアトマイズ法によって得た急冷凝固アルミニウム合金粉末は、耐磨耗性、耐熱性および耐焼付き性などに優れるため、これをエンジンのバルブガイドなどの材料として用いれば軽量化が図れる。

[0013] しかしながら、急冷凝固アルミニウム合金粉末は高価であるばかりでなく、切削加工が困難でバルブガイドのような細径のガイド穴を有する筒状部材の成形には不向きである。つまり、熱間による押出し加工によって製造することになるが、金型の寿命が短くなるとともに加熱のエネルギーも必要となり、設備的にもコスト的にも問題がある。

#### 課題を解決するための手段

[0014] 上記課題を解決するため本発明は、小径の内径部を有する部材の成形方法であって、この成形方法は素材に大径の凹部を形成し、この凹部に目的とする部材の内周部の径と等しい径のマンドレルを挿入して外側からスウェービング加工するようにした。

即ち、第1発明に係るアンダーカット部を有する部材の成形方法は、以下の工程1～4を含むことで上記の課題を解決した。

- 1:部材の内周部よりも大径の凹部を鍛造などによって素材に形成する工程。
- 2:前記凹部の内周にアンダーカット部を形成する工程。
- 3:前記アンダーカット部が形成された素材の凹部に目的とする部材の内周部の径と等しい径のマンドレルを挿入する工程。
- 4:前記マンドレルを挿入した素材の外側からスウェービング加工して前記アンダーカット部を残した状態で素材の前記凹部の内径をマンドレル外径まで縮小する工程。

この後、旋削加工などを行って目的の製品、例えば燃料噴射ノズルの外径形状とする。

[0015] また、第2発明に係るアンダーカット部を有する部材の成形方法は、部材の内周部

よりも大径の凹部を素材に成形し、この凹部の内周にアンダーカット部を形成し、このアンダーカット部が形成された素材の凹部に目的とする部材の内周部の径と等しい径で先端部が円錐形状となったマンドレルを挿入し、このマンドレルを挿入した素材の外側からスウェージング加工することで、前記アンダーカット部を残した状態で素材の前記凹部の内径をマンドレル外径まで縮小せしめ、またこれと同時に前記マンドレルの先端部に倣って目的とする部材の内周部の先端形状を雌テープ状に成形するようにした。

上記構成とすることで、内周部にアンダーカット部と先端の雌テープ状部とが同時に成形でき、また、雌テープ状部の深さがマンドレル先端部の円錐状部の長さに等しいため、後加工における研削代を決める際の長手証が得られる。

[0016] 第2発明に係る成形方法にあっては、前記大径の凹部の中心に、マンドレル先端部を差し込む深さはマンドレル先端部の長さと等しいかそれよりも浅く、また位置決め穴の開き角度はマンドレル先端部の角度と等しいかそれよりも大きい寸法の位置決め穴を形成しておくことが好ましい。

このように予め位置決め穴を形成しておくことで、マンドレルの位置がずれることがなくなる。尚、位置決め穴は鍛造成形によって前記凹部を成形する際に同時に成形しておけば効率がよい。

[0017] また、第3発明に係るアンダーカット部を有する部材の成形方法は、部材の内周部よりも大径の凹部を素材に成形し、この凹部の内周にアンダーカット部を形成し、このアンダーカット部が形成された素材の凹部に目的とする部材の内周部の径と等しい径のマンドレルを挿入し、このマンドレルを挿入した素材の外側からスウェージング加工して前記アンダーカット部を残した状態で素材の前記凹部の内径をマンドレル外径まで縮小せしめるようにしたアンダーカット部を有する部材の成形方法であって、前記スウェージング加工する前の素材の凹部の底部には面取り部が形成され、この面取り部の形成領域は前記マンドレルの先端を素材の凹部の底部に突き当てた状態でクリアランスとなる外側領域内とした。

[0018] 第3発明に係る成形方法では、スウェージング加工の際には素材が長手方向に沿って開口方向に流動するが、上記構成のように凹部の底部のコーナに面取り部を設

けておくと、素材が流動してもコーナ部において材料不足が起きることがなく、欠肉が発生しない。また、前記面取り部を形成領域はマンドレルと凹部内周との間のクリアランスの35%～100%とすることが好ましい。35%未満では材料不足が起きるおそれがある。100%を超えると、マンドレル先端部と面取り部にかかりマンドレルの位置が安定しない。

[0019] また、第4発明に係るアンダーカット部を有する部材の成形方法は、先ず素材に目的とする部材の内周部よりも大径の凹部を成形し、この凹部の内周にアンダーカット部を形成し、このアンダーカット部が形成された素材の凹部に目的とする部材の内周部の径と等しい径のマンドレルを挿入し、このマンドレルを挿入した素材の外側からスウェージング加工して前記アンダーカット部を残した状態で素材の前記凹部の内径をマンドレル外径まで縮小せしめるようにしたアンダーカット部を有する部材の成形方法であって、前記スウェージング加工する前の素材の凹部内周または外周に、凹部の底部から所定長さ範囲において余肉部を予め設けるようにした。

ここで、前記余肉部は鍛造成形によって前記凹部を成形する際に同時に成形するのが効率がよい。

[0020] また、第5発明に係るバルブガイドは、軽量で耐熱性、耐焼付性、耐磨耗性に優れたAl基複合材にてバルブガイドを構成した。そして、このAl基複合材は従来の焼結素材や鋳鉄素材に比べて潤滑性が低下するため、内周面に予め油溝を設けた。

[0021] 更に第5発明に係るバルブガイドの成形方法は、バルブ素材にバルブシステムが挿通される内周部よりも大径の凹部を形成する工程と、この大径の凹部にバルブシステムと略同径のマンドレルを挿入し、このマンドレルを挿入した素材の外側からスウェージング加工して大径の凹部の内径をマンドレル外径まで縮径する工程を含む構成とした。

[0022] また、前記素材としてAl基複合材を選定した場合には、潤滑性を高める必要がある。このためにはスウェージング加工前の工程で油溝として残る溝部を予め形成しておくことが好ましい。

[0023] また、第6発明に係る筒状部材の成形方法は、先ず、内径穴の径がメッキ可能な寸法まで拡大された中間素材を得た後、この中間素材の内径穴にメッキ層を形成し、

次いでこのメッキ層が形成された中間素材の内径穴に目的とする筒状部材の小径穴の径に相当する径のマンドレルを挿入し、このマンドレルを挿入した中間素材の外径側からスウェービング加工を施して前記中間素材の内径穴をマンドレル外径まで縮径するようにした。

このようにすることで、従来ではメッキ不可能であった小径穴の周面にもメッキ層を形成することができる。

[0024] 前記第6発明に係る筒状部材の成形方法において、前記筒状部材の材料としては、一般的なアルミニウム合金やアルミ基複合材が考えられる。これら金属を用いることで軽量化を図ることができる。また前記メッキ層の材料としては、鉄(Fe)やニッケルー炭化珪素(Ni—SiC)などの耐磨耗性に優れた材料が考えられる。前記アルミ基複合材は耐熱性、耐磨耗性に優れているが従来の焼結素材や鋳鉄素材に比較して潤滑性に劣る。そこで、筒状部材の材料としてアルミ基複合材を用いた場合に、小径穴内周に鉄(Fe)やニッケルー炭化珪素(Ni—SiC)などの耐磨耗性に優れた材料からなるメッキ層を設けることは、例えばバルブガイドとして用いることを考慮した場合、極めて有効である。

### 発明の効果

[0025] 第1発明によれば、機械加工が困難な内径10mm以下の袋穴などの内周部にもアンダーカット部を形成することができる。また、加工に伴って廃液が生じることがなく、環境衛生上も有利である。また、従来の工程にかかる時間を大幅に短縮することができる。

[0026] 更に、アンダーカット部の形状も素材を屈曲させて形成するのではなく、予め機械加工によって形成できるため、その形状が正確である。したがって、燃料噴射ノズルのような正確な形状が要求される部材の成形に適用することで、製品の歩留り向上が図れる。

[0027] 第2発明によれば、電解加工と比較して廃液が生じることがなく環境衛生上有利で、またアンダーカット部の形状も予め機械加工によって形成できるため正確で、また、最終形状として機械加工が困難な内径10mm以下の袋穴などの内周部にもアンダーカット部と雌テーパ部同時に形成することができる。特にマンドレル先端が挿入さ

れる位置決め穴を予め形成しておくことで、スウェージング加工する際の素材の倒れを防止でき長手証を得ることができる。

[0028] 第3発明によれば、電解加工と比較して廃液が生じることがなく環境衛生上有利で、またアンダーカット部の形状も予め機械加工によって形成できるため正確で、また、最終形状として機械加工が困難な内径10mm以下の袋穴などの内周部にもアンダーカット部を形成することができる。特にスウェージング加工する前の素材の凹部の底部に面取り部を形成しておくことで、スウェージング加工する際の材料不足を当該面取り部の材料で補うことができ、欠肉の発生を防止できる。

[0029] 第4発明によれば、電解加工と比較して廃液が生じることがなく環境衛生上有利で、またアンダーカット部の形状も予め機械加工によって形成できるため正確で、また、最終形状として機械加工が困難な内径10mm以下の袋穴などの内周部にもアンダーカット部を形成することができる。特に余肉部を設けることでスウェージング加工する際の材料不足を補うことができ、欠肉の発生を防止できる。

[0030] 第5発明によれば、従来のバルブガイドに比較し軽量で潤滑性に優れる。したがって、焼付きや磨耗を生じにくい。

また、従来の切削加工に比べて刃具を交換することができなく、また従来の鍛造法では長い筒状で内径が小さなバルブガイドは成形できなかつたが本発明方法によれば、容易に成形できる。特に、内周部に油溝を成形することも簡単に行える。

[0031] 第6発明によれば、従来法ではメッキ層を形成することができなかつた小径穴の内周面にもメッキ層を形成することができる。したがって、例えば、バルブガイドの素材を軽量なアルミニウム合金とし、その小径穴内周面に耐磨耗性に優れたメッキ層を形成することができるので、バルブガイドの軽量化を達成することができ、軽量化による燃費の向上も図れる。

#### 図面の簡単な説明

[0032] [図1]第1発明に係る成形工程を説明したブロック図  
[図2]第1発明に係る成形工程のうちスウェージング加工に用いる装置の正面図  
[図3]第1発明に係る成形工程のうちスウェージング加工の内容を更に詳細に説明した図

[図4]第1発明に残された改良点を説明した図

[図5]第2発明に係る成形工程を説明したブロック図

[図6]第2発明に係る成形工程のうちスウェージング加工の内容を更に詳細に説明した図

[図7](a)は位置決め穴を形成した素材の断面図、(b)は好ましくない位置決め穴について説明した図

[図8]鍛造によって位置決め穴を形成する過程を説明した図

[図9](a)及び(b)は余肉部を形成した素材の断面図

[図10]第1発明に残された改良点を説明した図

[図11]第3発明に係る成形工程を説明したブロック図

[図12](a)及び(b)は素材の断面図

[図13]鍛造によって素材に凹部を形成する過程を説明した図

[図14](a)～(c)は本発明に係る成形工程のうちスウェージング加工の内容を更に詳細に説明した図

[図15]第1発明に残された改良点を説明した図

[図16]第4発明に係る成形工程を説明したブロック図

[図17]余肉部の成形工程を説明した図

[図18]余肉部の成形工程を説明した図

[図19]第4発明に係る成形工程のうちスウェージング加工の内容を更に詳細に説明した図

[図20]第5発明に係る成形工程を説明したブロック図

[図21]鍛造によって素材に凹部を形成する過程を説明した図

[図22](a)～(c)は第5発明に係る成形工程のうちスウェージング加工の内容を更に詳細に説明した図

[図23](a)および(b)は別実施例を説明した図

[図24](a)～(e)は第6発明に係る成形工程を説明したブロック図

[図25](a)～(c)は本発明に係る成形工程のうちスウェージング加工の内容を更に詳細に説明した図

## [図26]従来の燃料噴射ノズルの断面図

## 発明を実施するための最良の形態

[0033] 以下に具体的な実施例を添付図面に基づいて説明する。

(第1発明)

[0034] 先ず、図1(a)に示すビレットを切断して棒状素材1を用意する。この棒状素材としてはSCM415等が適当である。

[0035] この後、図1(b)に示すように、冷間鍛造(前方押出し又は後方押出し)にて前記棒状素材1に凹部2を形成する。この凹部2は後に製品の内周部になる部分であるが、その径は製品の内周部よりも大きく、十分に機械加工が可能な大きさ(10mm以上)とする。

[0036] 次いで、図1(c)に示すように、凹部2にアンダーカット部3を形成し、続いて冷間でのスウェージング加工によって、図1(d)に示すように、前記凹部2を内径2~4mmの袋穴4に成形し、更に旋削加工にて外周面を加工して図1(e)に示す製品(燃料噴射ノズル)を得る。

[0037] 尚、素材の加工方法としては図示するような半径方向に工具を移動するプランジ加工に限らず、素材を軸方向に移動させるインフィード加工でもよい。またスウェージング金型の先端形状を所定の形状にしておくことで、旋削加工を省略することもできる。

[0038] ここで、前記スウェージング加工を行う装置について説明する。スウェージング加工装置は図2に示すように、内側回転体5と外側回転体6とを備え、内側回転体5には90°離間して径方向に貫通穴7が形成され、各貫通穴7内には内側から順にスウェージング金型8とストライカー9が摺動自在に嵌合している。一方、外側回転体6には周方向に等間隔で12本のピン10が回転自在に保持されている。

[0039] 以上のスウェージング加工装置において、内側回転体5を時計廻りに、外側回転体6を反時計廻りに回転せしめると、遠心力によって内側回転体5に保持されているスウェージング金型8とストライカー9は径方向外側に付勢されるが、外側には外側回転体6が回転しており、この外側回転体6にはピン10が保持されており、このピン10は外側回転体6よりもその一部が内側に突出しているので、ピン10がストライカー9の

外端部を通過する度にストライカー9を径方向内方に押し込み、これに連動してスウェービング金型8も径方向内方に押し込まれ、4つのスウェービング金型8の中心にセットされた素材の表面を数千回／分の速度で叩きスウェービング加工を行う。

[0040] 上記のスウェービング加工装置を用いて凹部2とアンダーカット部3を形成した素材1を成形するには、先ず図3(a)に示すように、クランパ11で素材1を把持するとともに、素材1の凹部2内にマンドレル12を挿入する。このマンドレル12の外径は目的とする製品(燃料噴射ノズル)の袋穴の内径と等しいものを用いる。

[0041] そして、図3(b)に示すように、マンドレル12で素材1をストッパ13に当接する位置まで押し込み、前記したようにスウェービング金型8によって素材1の外面を叩いてスウェービング加工を施す。このスウェービング加工により凹部2の内径はマンドレル12の外径まで縮径されるが、アンダーカット部3は残る。尚、素材の加工方法としては図示するような半径方向に工具を移動するプランジ加工に限らず、素材を軸方向に移動させるインフィード加工でもよい。

[0042] この後、旋削加工を施して製品(燃料噴射ノズル)の外径形状とするのであるが、前記スウェービング金型8の先端形状を所定の形状にしておくことで、旋削加工を省略することができる。

[0043] (第2発明)

次に第2発明の実施例について説明する。第2発明は第1発明を更に改善したものであり、具体的には、第1発明にあっては、鍛造(前方押し出し又は後方押し出し)によって素材に大径の凹部を形成し、この凹部の内周にアンダーカット部を形成した後、当該凹部に目的とする部材の内周部の径と等しい径のマンドレルを挿入して外側からスウェービング加工し、その後、外面に研削加工などを施してノズル形状にするようにしている。

[0044] 第1発明の方法は、燃料噴射ノズルなどの成形には極めて有効であるが、スウェービング加工に用いる通常のマンドレルは先端部が平坦であるので、中空穴の雌テープ状先端部の加工を後から行わなければならず、加工が面倒である。また後加工によって雌テープ状先端部を形成しても当該雌テープ状先端部の長さを正確に知ることができないので、最終的な外形寸法にする際の研削代を正確に知ることができず、

このため先端の肉厚にばらつきが生じやすい。

[0045] また、燃料噴射ノズルなどの成形には極めて細いマンドレルを用いる必要がある。極めて細いマンドレルを用いた場合に、図4に示すように、マンドレルの先端が凹部の中心からずれないと、ストッパに突き当てた際に素材が倒れ、大きな負荷がマンドレルにかかり座屈が生じることがある。また素材に倒れが生じると中空穴の深さ精度が得られないことにもなる。

[0046] そこで第2発明では、先ず、ビレットを切断して図5(a)に示す棒状素材21を用意する。この棒状素材としてはSCM415等が適当である。この後、図5(b)に示すように、冷間鍛造(前方押出し又は後方押出し)にて前記棒状素材21に凹部22を形成する。この凹部22は後に製品の内周部になる部分であるが、その径は製品の内周部よりも大きく、十分に機械加工が可能な大きさ(10mm以上)とする。

[0047] 棒状素材21を冷間鍛造したならば、図5(c)に示すように、凹部22にアンダーカット部23を形成し、続いて冷間でのスウェージング加工によって、図5(d)に示すように、前記凹部22を内径2~4mmの袋穴24に成形し、更に旋削加工にて外周面を加工して図5(e)に示す製品(燃料噴射ノズル)を得る。

[0048] 尚、素材の加工方法としては図示するような半径方向に工具を移動するプランジ加工に限らず、素材を軸方向に移動させるインフィード加工でもよい。またスウェージング金型の先端形状を所定の形状にしておくことで、旋削加工を省略することもできる。

[0049] 前記スウェージング加工装置は第1発明に用いた装置と同様である。即ち図2に示すように、内側回転体5と外側回転体6とを備え、内側回転体5には90°離間して径方向に貫通穴7が形成され、各貫通穴7内には内側から順にスウェージング金型8とストライカー9が摺動自在に嵌合している。一方、外側回転体6には周方向に等間隔で12本のピン10が回転自在に保持されている。

[0050] 以上のスウェージング加工装置において、内側回転体5を時計廻りに、外側回転体6を反時計廻りに回転せしめると、遠心力によって内側回転体5に保持されているスウェージング金型8とストライカー9は径方向外側に付勢されるが、外側には外側回転体6が回転しており、この外側回転体6にはピン10が保持されており、このピン10

は外側回転体6よりもその一部が内側に突出しているので、ピン10がストライカー9の外端部を通過する度にストライカー9を径方向内方に押し込み、これに連動してスウェービング金型8も径方向内方に押し込まれ、4つのスウェービング金型8の中心にセットされた素材の表面を数千回／分の速度で叩きスウェービング加工を行う。

[0051] 上記のスウェービング加工装置を用いて凹部22とアンダーカット部23を形成した素材21を成形するには、先ず図6(a)に示すように、クランパ11で素材21を把持するとともに、素材21の凹部22内にマンドレル12を挿入する。このマンドレル12の外径は目的とする製品(燃料噴射ノズル)の袋穴24の内径と等しく、またマンドレル12の先端部12aは目的とする製品の袋穴24の先端の雌テープ状部24aを形成するために円錐状をなしている。

[0052] そして、図6(b)に示すように、マンドレル12で素材21をストッパ13に当接する位置まで押し込み、前記したようにスウェービング金型8によって素材21の外面を叩いてスウェービング加工を施す。このスウェービング加工により凹部22の内径はマンドレル12の外径まで縮径されるが、アンダーカット部23は残る。この縮径に伴って素材21の底部の材料も矢印で示すように内側に移動し、マンドレルの先端部12aを包むように移動し、図6(c)に示すように、雌テープ状部24aが形成される。

[0053] 上記の雌テープ状部24aの位置はマンドレルの先端部12aと一致する。またマンドレル12の長さ及び素材21の端部の位置はセンサなどにより測定することができる。したがって、素材27の底部の厚さ( $t_0$ )を正確に知ることができ、この厚さ( $t_0$ )から研削代( $t_1$ )を決めることができる。即ち、マンドレルの先端部12aを長手方向の加工代として用いることができる。

[0054] 図7(a)は前記素材21の凹部22の中心に位置決め穴25を形成した例を示す図であり、この位置決め穴25にマンドレルの先端部12aを差し込むことで、スウェービング加工の際にマンドレル12がずれて、倒れが生じることがない。

[0055] 前記位置決め穴25については、図7(b)に示すように、開き角がマンドレルの先端部12aの角度よりも小さいと、スウェービング加工後に欠肉となるおそれがあるので、位置決め穴25の深さはマンドレル先端部の長さと等しいかそれよりも浅く、また位置決め穴25の開き角度はマンドレル先端部の角度と等しいかそれよりも大きくする。

[0056] また、前記位置決め穴25の形成は、図8に示すように鍛造(前方押出し)によって凹部22を成形する際に同時に成形することが工程上有利である。また前方押出しの代わりに後方押出しによって凹部22と位置決め穴25を同時に成形してもよい。

[0057] 図9(a)及び(b)は鍛造の際に、凹部22の底部から所定の範囲において、前記位置決め穴25の他に、素材21の外周部または凹部22の内周部に余肉部21a、21bを設けた例を示している。スウェージング加工の際に、素材21の材料は軸方向に沿って開口方向に移動するため凹部22の底部付近では材料が不足するが、余肉部21a、21bを設けることでその不足分を補うことができる。

[0058] (第3発明)

次に第3発明の実施例について説明する。第3発明は第1発明を更に改善したものであり、具体的には、第1発明にあっては、前記したように鍛造(前方押出し又は後方押出し)によって素材に大径の凹部を形成し、図10(a)に示すように、この凹部の内周にアンダーカット部を形成した後、当該凹部に目的とする部材の内周部の径と等しい径のマンドレルを挿入して外側からスウェージング加工し、その後、外面に研削加工などを施してノズル形状にするようにしている。

[0059] 第1発明の方法は、燃料噴射ノズルなどの成形には極めて有効であるが、成形比を大きくすると、スウェージング加工の際に素材が長手方向に沿って開口方向に流动し、その際、図10(b)に示すように、凹部のコーナ部が取り残され、最終的には図10(c)に示すように、欠肉が発生することがある。

[0060] そこで、第3発明では先ず、ビレットを切断して図11(a)に示す棒状素材31を用意する。この棒状素材としてはSCM415等が適当である。この後、図11(b)に示すように、冷間鍛造(前方押出し又は後方押出し)にて前記棒状素材31に凹部32を形成する。この凹部32は後に製品の内周部になる部分であるが、その径は製品の内周部よりも大きく、十分に機械加工が可能な大きさ(10mm以上)とする。

[0061] 前記凹部32の底部のコーナ部には面取り部32aが形成されている。図12(a)に示すように、面取り部32aはR面取りとされ、その形成領域はスウェージング加工用のマンドレルと凹部32の内周面との間のクリアランスとなる領域とする。そして、このクリアランス領域の全てを面取り部としてもよいが、35%以上の割合であれば欠肉を起こす

ことがない。

[0062] また、面取り部32aとしてはR面取りに限らず、図12(b)に示すようにC面取りとしてもよい。更にこの図に示すように、凹部32の中心にマンドレルの円錐状先端部を差し込む位置決め穴34を形成しておくことでスウェージング加工の際にマンドレルがずれて、倒れが生じることがない。

[0063] 尚、凹部32、面取り部32a及び位置決め穴34については、図13に示す冷間による鍛造成形(前方押出し)によって同時に成形することが加工効率上有利である。鍛造成形としては後方押出しでもよいが、パンチが座屈しやすいので前方押出しの方が有利である。

[0064] 図11に戻って、棒状素材31を冷間鍛造したならば、図11(c)に示すように、凹部32にアンダーカット部33を形成し、続いて冷間でのスウェージング加工によって、図11(d)に示すように、前記凹部32を内径2~4mmの袋穴34に成形し、更に旋削加工にて外周面を加工して図11(e)に示す製品(燃料噴射ノズル)を得る。

[0065] 前記スウェージング加工装置は第1発明に用いた装置と同様である。即ち図2に示すように、内側回転体5と外側回転体6とを備え、内側回転体5には90°離間して径方向に貫通穴7が形成され、各貫通穴7内には内側から順にスウェージング金型8とストライカー9が摺動自在に嵌合している。一方、外側回転体6には周方向に等間隔で12本のピン10が回転自在に保持されている。

[0066] 以上のスウェージング加工装置において、内側回転体5を時計廻りに、外側回転体6を反時計廻りに回転せしめると、遠心力によって内側回転体5に保持されているスウェージング金型8とストライカー9は径方向外側に付勢されるが、外側には外側回転体6が回転しており、この外側回転体6にはピン10が保持されており、このピン10は外側回転体6よりもその一部が内側に突出しているので、ピン10がストライカー9の外端部を通過する度にストライカー9を径方向内方に押し込み、これに連動してスウェージング金型8も径方向内方に押し込まれ、4つのスウェージング金型8の中心にセットされた素材の表面を数千回/分の速度で叩きスウェージング加工を行う。

[0067] 上記のスウェージング加工装置を用いて凹部32とアンダーカット部33を形成した素材31を成形するには、先ず図14(a)に示すように、クランプ11で素材31を把持す

るとともに、素材31の凹部32内にマンドレル12を挿入する。このマンドレル12の外径は目的とする製品(燃料噴射ノズル)の袋穴34の内径と等しく、またマンドレル12の先端部12aは目的とする製品の袋穴34の先端の雌テーパ状部34aを形成するために円錐状をなしている。

[0068] そして、図14(b)に示すように、マンドレル12で素材31をストッパ13に当接する位置まで押し込み、前記したようにスウェージング金型8によって素材31の外面を叩いてスウェージング加工を施す。このスウェージング加工により凹部32の内径はマンドレル12の外径まで縮径されるが、アンダーカット部33は残る。

[0069] 上記の縮径に伴って素材31の底部のコーナ部の材料も矢印で示すように内側に移動し、マンドレルの先端部12aを包むように移動し、図14(c)に示すように、雌テーパ状部34aが形成される。このとき、コーナ部は面取り部32aとなっているので、素材が移動する際に材料不足を生じることがない。

[0070] 尚、素材の加工方法としては図示するような半径方向に工具を移動するプランジ加工に限らず、素材を軸方向に移動させるインフィード加工でもよい。またスウェージング金型の先端形状を所定の形状にしておくことで、旋削加工を省略することもできる。

[0071] (第4発明)

次に第4発明の実施例について説明する。第4発明は第1発明を更に改善したものであり、具体的には、第1発明にあっては、鍛造(前方押し出し又は後方押し出し)によって素材に大径の凹部を形成し、この凹部の内周にアンダーカット部を形成した後、当該凹部に目的とする部材の内周部の径と等しい径のマンドレルを挿入して外側からスウェージング加工し、その後、外面に研削加工などを施してノズル形状にするようにしている。

[0072] 第1発明の方法は、燃料噴射ノズルなどの成形には極めて有効であるが、成形比を大きくすると、スウェージング加工の際に素材が長手方向に沿って開口方向に流动し、その結果、一部の製品には、図15に示すように、凹部の底部内周に欠肉が発生することがある。

[0073] そこで第4発明では、ビレットを切断して図16(a)に示す棒状素材41を用意する。

この棒状素材としてはSCM415等が適當である。この後、図16(b)に示すように、冷間鍛造(前方押出し又は後方押出し)にて前記棒状素材41に凹部42を形成する。この凹部42は後に製品の内周部になる部分であるが、その径は製品の内周部よりも大きく、十分に機械加工が可能な大きさ(10mm以上)とする。

[0074] 前記冷間鍛造として図17に示すように前方押出しを行う場合には、凹部42の底部から所定長範囲の棒状素材41の外周に余肉部41aを設ける。この余肉部41aは後述するスウェービング加工の際の材料流れを補うものであり、好ましい範囲(L)としては、スウェービング加工の際のマンドレル径(ノズル内径)を(d)とした場合、 $2d \leq L \leq 4d$ である。

[0075] また冷間鍛造として図18に示すように後方押出しを行う場合には、凹部42の内周面であって底部から所定長範囲に余肉部41bを設ける。この余肉部41bについても好ましい範囲は $2d \leq L \leq 4d$ である。

余肉の発生は底部から、マンドレルと下孔とのクリアランス分の位置から発生するため、少なくともマンドレル径(d)の2倍の余肉部が無いと、発生位置より上方で材料不足が生じるおそれがあり、また、4倍を超えると、アンダーカット部へ材料の流入が起こり、アンダーカット部の形状が変形してしまうおそれがある。そこで、範囲をdの2~4倍とした。また余肉部の体積は、事前にテストして、発生した欠肉部の体積以上であればよい。

尚、実施例では冷間鍛造と同時に余肉部を成形する例を示したが、凹部42の成形とは別に余肉部を成形してもよい。

[0076] 上記の如くして、棒状素材1を冷間鍛造したならば、図16(c)に示すように、凹部42にアンダーカット部43を形成し、続いて冷間でのスウェービング加工によって、図16(d)に示すように、前記凹部42を内径2~4mmの袋穴44に成形し、更に旋削加工にて外周面を加工して図15(e)に示す製品(燃料噴射ノズル)を得る。

[0077] 前記スウェービング加工装置は第1発明に用いた装置と同様である。即ち図2に示すように、内側回転体5と外側回転体6とを備え、内側回転体5には90°離間して径方向に貫通穴7が形成され、各貫通穴7内には内側から順にスウェービング金型8とストライカー9が摺動自在に嵌合している。一方、外側回転体6には周方向に等間隔

で12本のピン10が回転自在に保持されている。

[0078] 以上のスウェージング加工装置において、内側回転体5を時計廻りに、外側回転体6を反時計廻りに回転せしめると、遠心力によって内側回転体5に保持されているスウェージング金型8とストライカー9は径方向外側に付勢されるが、外側には外側回転体6が回転しており、この外側回転体6にはピン10が保持されており、このピン10は外側回転体6よりもその一部が内側に突出しているので、ピン10がストライカー9の外端部を通過する度にストライカー9を径方向内方に押し込み、これに連動してスウェージング金型8も方向内方に押し込まれ、4つのスウェージング金型8の中心にセットされた素材の表面を数千回／分の速度で叩きスウェージング加工を行う。

[0079] 上記のスウェージング加工装置を用いて凹部42とアンダーカット部43を形成した素材41を成形するには、先ず図19(a)に示すように、クランパ11で素材41を把持するとともに、素材41の凹部42内にマンドレル12を挿入する。このマンドレル12の外径は目的とする製品(燃料噴射ノズル)の袋穴の内径と等しいものを用いる。

[0080] そして、図19(b)に示すように、マンドレル12で素材41をストッパ13に当接する位置まで押し込み、前記したようにスウェージング金型8によって素材41の外面を叩いてスウェージング加工を施す。このスウェージング加工により凹部42の内径はマンドレル12の外径まで縮径されるが、アンダーカット部43は残る。このとき、素材41の材料は軸方向に沿って開口方向に移動するため凹部42の底部付近では材料が不足するが、その不足分は余肉部41aまたは41bから補われる。

[0081] 尚、素材の加工方法としては図示するような半径方向に工具を移動するプランジ加工に限らず、素材を軸方向に移動させるインフィード加工でもよい。

[0082] この後、旋削加工を施して製品(燃料噴射ノズル)の外径形状とするのであるが、前記スウェージング金型8の先端形状を所定の形状にしておくことで、旋削加工を省略することができる。

[0083] (第5発明)

第5発明はバルブガイドとその成形方法に関するものであり、具体的には、先ず、ビレットを切断して図20(a)に示すAl基複合材からなる棒状素材51を用意する。Al基複合材は $Al_2O_3$ を主体とし、これにSiCなどを添加した合金とする。このAl基複合材

は伸び率2~5%であり、後述する冷間のスウェージング加工が可能な伸び率は10%程度であるが、型の送り量を落とすことで伸び率2~5%の素材でもスウェージング加工は可能となる。

[0084] この後、図20(b)に示すように、冷間鍛造(前方押出し又は後方押出し)にて前記棒状素材51に凹部52を形成する。この凹部52は後にバルブシステムを摺動案内する内周部になる部分である。凹部52の径はバルブガイドの内周部よりも大きく、十分に機械加工が可能な大きさ(10mm以上)とする。

[0085] 棒状素材51に冷間鍛造にて凹部52を形成したならば、図20(c)に示すように、冷間でのスウェージング加工によって、前記凹部52を小径(バルブシステムと同径)の穴53に成形する。

[0086] 上記のスウェージング加工にあっては凹部52の底部をスウェージング加工機のマンドレルとストッパにて把持するため底部が残ることになる。そこで、図20(d)に示すように、底部を切断し筒状にする。この後、外周部を切削加工することで、図20(e)に示すように、フランジ部54を有するバルブガイドWを得る。

[0087] 尚、外周部を切削加工についてはスウェージング加工の際に同時に成形することも可能である。この場合にはスウェージング加工の金型形状を工夫することで切削加工が省略できる。

[0088] ところで、前記スウェージング加工は第1発明で用いたスウェージング加工装置を用いる。即ち図2に示すように、スウェージング加工装置は内側回転体5と外側回転体6とを備え、内側回転体5には90°離間して径方向に貫通穴7が形成され、各貫通穴7内には内側から順にスウェージング金型8とストライカー9が摺動自在に嵌合している。一方、外側回転体6には周方向に等間隔で12本のピン10が回転自在に保持されている。

[0089] 以上のスウェージング加工装置において、内側回転体5を時計廻りに、外側回転体6を反時計廻りに回転せしめると、遠心力によって内側回転体5に保持されているスウェージング金型8とストライカー9は径方向外側に付勢されるが、外側には外側回転体6が回転しており、この外側回転体6にはピン10が保持されており、このピン10は外側回転体6よりもその一部が内側に突出しているので、ピン10がストライカー9の

外端部を通過する度にストライカー9を径方向内方に押し込み、これに連動してスウェービング金型8も径方向内方に押し込まれ、4つのスウェービング金型62の中心にセットされた素材の表面を数千回／分の速度で叩きスウェービング加工を行う。

[0090] 上記のスウェービング加工装置を用いて凹部52を形成した素材51を成形するには、先ず図22(a)に示すように、クランパ11で素材51を把持するとともに、素材51の凹部52内にマンドレル12を挿入する。このマンドレル12の外径は目的とするバルブガイドのガイド穴の内径つまりバルブシステムと等しい。

[0091] そして、図22(b)に示すように、マンドレル12で素材51をストッパ13に当接する位置まで押し込み、前記したようにスウェービング金型8によって素材51の外面を叩いてスウェービング加工を施す。このスウェービング加工により凹部52の内径はマンドレル12の外径まで縮径される。

[0092] ところで、従来のバルブガイドは含油合金の焼結品であったり、鋳鉄を用いているため、潤滑性については問題はないが、本発明のようにバルブガイドの素材としてAl基複合材を用いてスウェービング加工を施すと、潤滑性が不足するおそれがある。

[0093] それを解消する実施例を図23に示す。図23(a)は棒状素材51を冷間鍛造して凹部52を形成した状態であり、この凹部52の内周面に後加工によって溝52aを形成する。そして、この素材51に対しスウェービング加工を施すと、溝52aは消失せずに小径穴57内周面に溝53aとして残り、この溝53aが油溝となる。

[0094] (第6発明)

第6発明はバルブガイド等の筒状部材の成形方法に関するものであり、具体的には、先ず、ビレットを切断して図24(a)に示すAl基複合材からなる棒状素材61を用意する。Al基複合材は $Al_2O_3$ を主体とし、これにSiCなどを添加した合金とする。このAl基複合材は伸び率2~5%であり、後述する冷間のスウェービング加工が可能な伸び率は10%程度であるが、型の送り量を落とすことで伸び率2~5%の素材でもスウェービング加工は可能となる。

[0095] この後、図24(b)に示すように、冷間鍛造(前方押し出し又は後方押し出し)にて前記棒状素材61に内径穴62を形成してこれを中間素材63とする。次いで、図24(c)に示すように、前記内径穴62の内周面にメッキ処理を施し、鉄(Fe)やニッケル-炭化

珪素(Ni—SiC)からなるメッキ層64を形成する。ここで、内径穴62の寸法はメッキ処理が可能な寸法、具体的には10mm～15mmとする。

- [0096] この後、図24(d)に示すように、冷間でのスウェージング加工によって、前記内径穴62をバルブシステムと同径の小径穴65に成形する。
- [0097] 上記のスウェージング加工後の素材を、所定寸法に切断し、更に、図24(e)に示すように、外周部を切削加工してフランジ部66を有するバルブガイドWを得る。
- [0098] 尚、外周部を切削加工についてはスウェージング加工の際に同時に成形することも可能である。この場合にはスウェージング加工の金型形状を工夫することで切削加工が省略できる。
- [0099] ところで、前記スウェージング加工は第1発明で用いたスウェージング加工装置を用いる。即ち図2に示すように、スウェージング加工装置は内側回転体5と外側回転体6とを備え、内側回転体5には90°離間して径方向に貫通穴7が形成され、各貫通穴7内には内側から順にスウェージング金型8とストライカー9が摺動自在に嵌合している。一方、外側回転体6には周方向に等間隔で12本のピン10が回転自在に保持されている。
- [0100] 以上のスウェージング加工装置において、内側回転体5を時計廻りに、外側回転体6を反時計廻りに回転せしめると、遠心力によって内側回転体5に保持されているスウェージング金型8とストライカー9は径方向外側に付勢されるが、外側には外側回転体6が回転しており、この外側回転体6にはピン10が保持されており、このピン10は外側回転体6よりもその一部が内側に突出しているので、ピン10がストライカー9の外端部を通過する度にストライカー9を径方向内方に押し込み、これに連動してスウェージング金型8も径方向内方に押し込まれ、4つのスウェージング金型8の中心にセットされた中間素材の表面を数千回／分の速度で叩きスウェージング加工を行う。

## 請求の範囲

[1] 小径の内径部を有する部材の成形方法であって、この成形方法は素材に大径の凹部を形成し、この凹部に処理を施し、その後目的とする部材の内周部の径と等しい径のマンドレルを挿入して外側からスウェージング加工することを特徴とする成形方法。

[2] 部材の内周部にアンダーカット部を設ける成形方法であって、以下の工程1～4を含むことを特徴とする成形方法。

- 1:部材の内周部よりも大径の凹部を素材に形成する工程。
- 2:前記凹部の内周にアンダーカット部を形成する工程。
- 3:前記アンダーカット部が形成された素材の凹部に目的とする部材の内周部の径と等しい径のマンドレルを挿入する工程。
- 4:前記マンドレルを挿入した素材の外側からスウェージング加工して前記アンダーカット部を残した状態で素材の前記凹部の内径をマンドレル外径まで縮小する工程。

[3] 請求項2に記載の成形方法において、前記部材は燃料噴射ノズルであることを特徴とする成形方法。

[4] 部材の内周部よりも大径の凹部を素材に成形し、この凹部の内周にアンダーカット部を形成し、このアンダーカット部が形成された素材の凹部に目的とする部材の内周部の径と等しい径で先端部が円錐形状となったマンドレルを挿入し、このマンドレルを挿入した素材の外側からスウェージング加工することで、前記アンダーカット部を残した状態で素材の前記凹部の内径をマンドレル外径まで縮小せしめ、またこれと同時に前記マンドレルの先端部に倣って目的とする部材の内周部の先端形状を雌テープ状に成形することを特徴とするアンダーカット部を有する部材の成形方法。

[5] 請求項4に記載のアンダーカット部を有する部材の成形方法において、前記大径の凹部の中心にはマンドレル先端部を差し込む位置決め穴が形成され、この位置決め穴の深さはマンドレル先端部の長さと等しいかそれよりも浅く、また位置決め穴の開き角度はマンドレル先端部の角度と等しいかそれよりも大きいことを特徴とするアンダーカット部を有する部材の成形方法。

[6] 請求項5に記載のアンダーカット部を有する部材の成形方法において、前記位置決め穴は鍛造成形によって前記凹部を成形する際に同時に成形することを特徴とする

アンダーカット部を有する部材の成形方法。

[7] 請求項4乃至請求項6に記載のアンダーカット部を有する部材の成形方法において、前記部材は燃料噴射ノズルであることを特徴とするアンダーカット部を有する部材の成形方法。

[8] 部材の内周部よりも大径の凹部を素材に成形し、この凹部の内周にアンダーカット部を形成し、このアンダーカット部が形成された素材の凹部に目的とする部材の内周部の径と等しい径のマンドレルを挿入し、このマンドレルを挿入した素材の外側からスウェービング加工して前記アンダーカット部を残した状態で素材の前記凹部の内径をマンドレル外径まで縮小せしめるようにしたアンダーカット部を有する部材の成形方法であって、前記スウェービング加工する前の素材の凹部の底部には面取り部が形成され、この面取り部の形成領域は前記マンドレルの先端を素材の凹部の底部に突き当たる状態でクリアランスとなる外側領域内とすることを特徴とするアンダーカット部を有する部材の成形方法。

[9] 請求項8に記載のアンダーカット部を有する部材の成形方法において、前記面取り部を形成領域は前記マンドレルと凹部の内周との間のクリアランスの35%～100%であることを特徴とするアンダーカット部を有する部材の成形方法。

[10] 請求項8又は請求項9に記載のアンダーカット部を有する部材の成形方法において、前記部材は燃料噴射ノズルであることを特徴とするアンダーカット部を有する部材の成形方法。

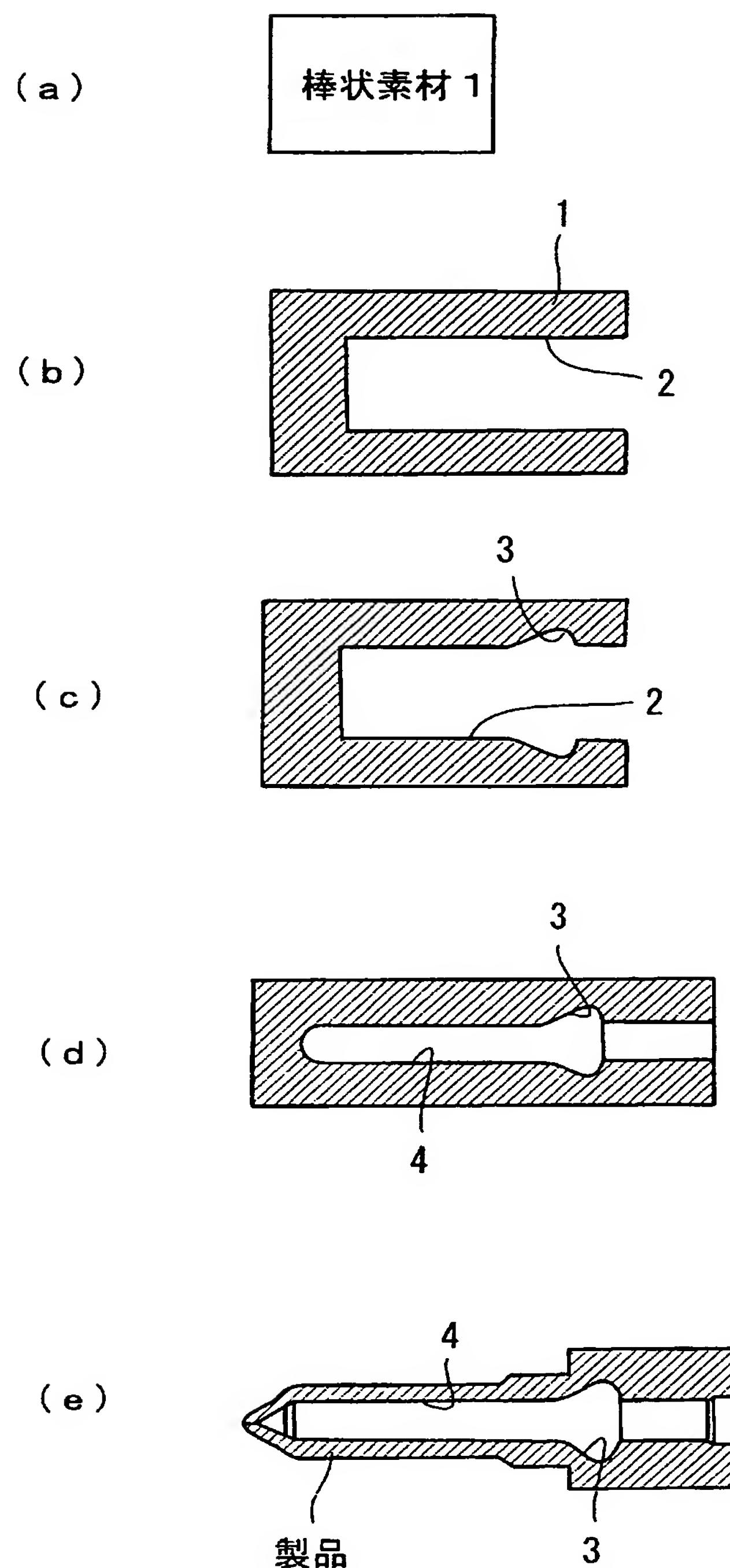
[11] 部材の内周部よりも大径の凹部を素材に成形し、この凹部の内周にアンダーカット部を形成し、このアンダーカット部が形成された素材の凹部に目的とする部材の内周部の径と等しい径のマンドレルを挿入し、このマンドレルを挿入した素材の外側からスウェービング加工して前記アンダーカット部を残した状態で素材の前記凹部の内径をマンドレル外径まで縮小せしめるようにしたアンダーカット部を有する部材の成形方法であって、前記スウェービング加工する前の素材の凹部内周または外周には凹部の底部から所定長さ範囲において余肉部が設けられていることを特徴とするアンダーカット部を有する部材の成形方法。

[12] 請求項11に記載のアンダーカット部を有する部材の成形方法において、前記余肉

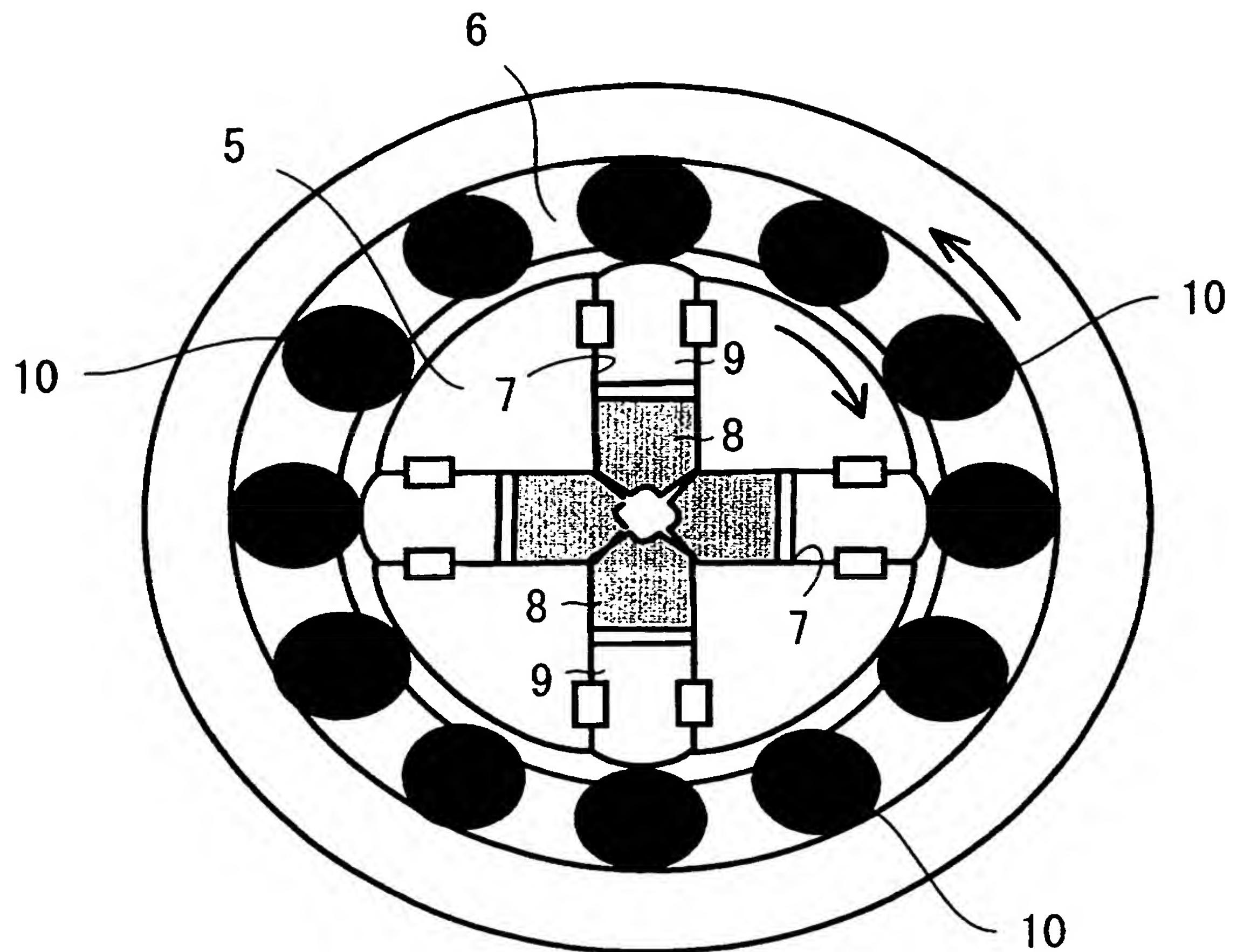
部は鍛造成形によって前記凹部を成形する際に同時に成形することを特徴とするアンダーカット部を有する部材の成形方法。

- [13] 請求項11または請求項12に記載のアンダーカット部を有する部材の成形方法において、前記部材は燃料噴射ノズルであることを特徴とするアンダーカット部を有する部材の成形方法。
- [14] バルブシステムを摺動案内するバルブガイドにおいて、このバルブガイドはAl基複合材からなり、且つ内周面には油溝が形成されていることを特徴とするバルブガイド。
- [15] バルブシステムを摺動案内するバルブガイドの成形方法であって、この成形方法は、バルブ素材にバルブシステムが挿通される内周部よりも大径の凹部を形成する工程と、この大径の凹部にバルブシステムと略同径のマンドレルを挿入し、このマンドレルを挿入した素材の外側からスウェージング加工して大径の凹部の内径をマンドレル外径まで縮径する工程を含むことを特徴とするバルブガイドの成形方法。
- [16] 請求項15に記載のバルブガイドの成形方法において、前記大径の凹部の内周面にはスウェージング加工後に油溝として残る溝部を予め形成しておくことを特徴とするバルブガイドの成形方法。
- [17] 請求項15に記載のバルブガイドの成形方法において、前記素材はAl基複合材としたことを特徴とするバルブガイドの成形方法。
- [18] 軸方向に沿って小径穴が形成された筒状部材の成形方法であって、この成形方法は内径穴の径がメッキ可能な寸法とされた中間素材を得る工程と、前記中間素材の内径穴にメッキ層を形成する工程と、このメッキ層が形成された中間素材の内径穴に目的とする筒状部材の小径穴の径に相当する径のマンドレルを挿入し、このマンドレルを挿入した中間素材の外径側からスウェージング加工を施して前記中間素材の内径穴をマンドレル外径まで縮径する工程を含むことを特徴とする筒状部材の成形方法。
- [19] 請求項18に記載の筒状部材の成形方法において、前記筒状部材の材料はアルミニウム合金またはアルミ基複合材であり、前記メッキ層の材料は鉄(Fe)またはニッケル-炭化珪素(Ni-SiC)などの耐磨耗性に優れた材料としたことを特徴とする筒状部材の成形方法。

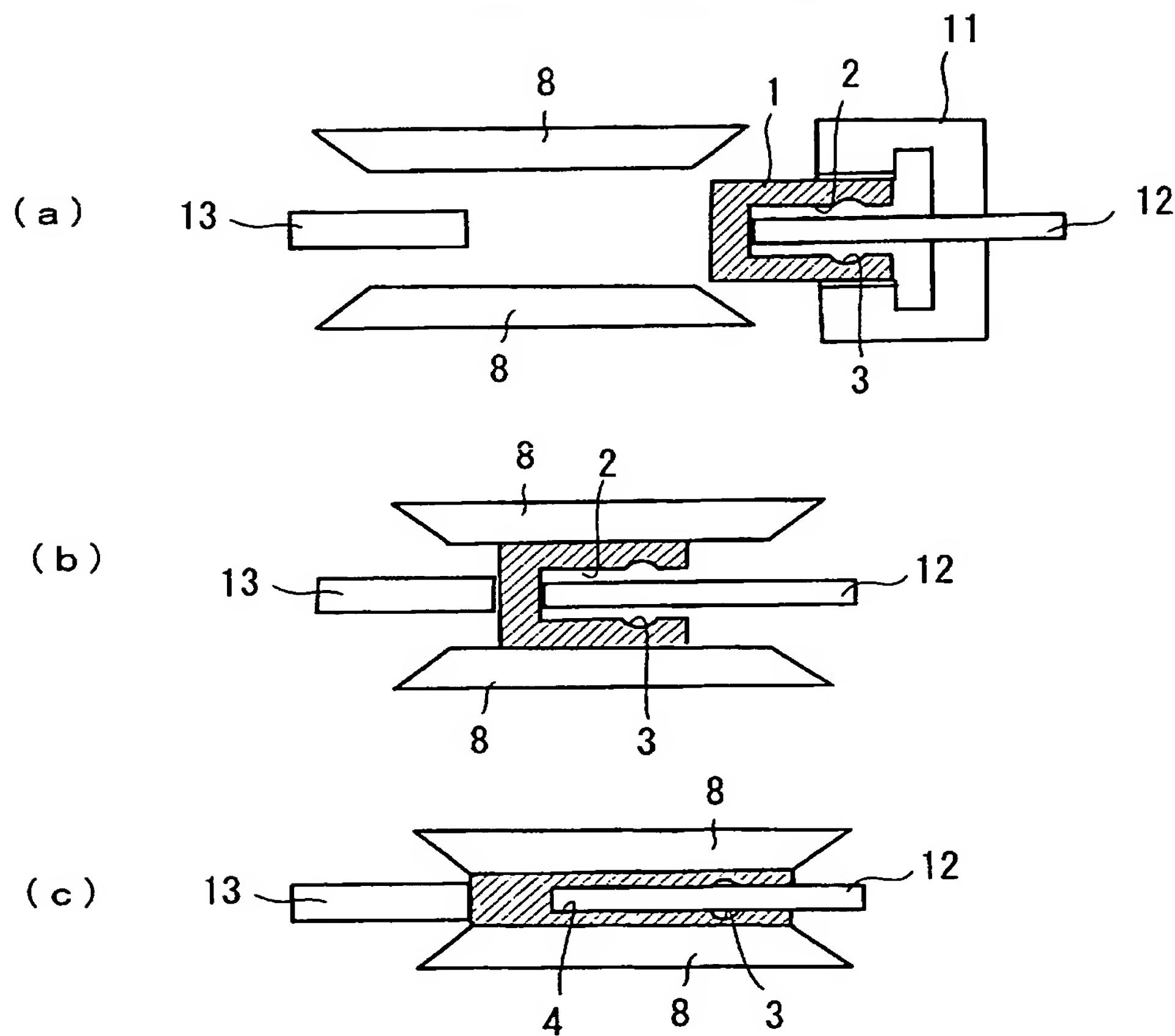
[図1]



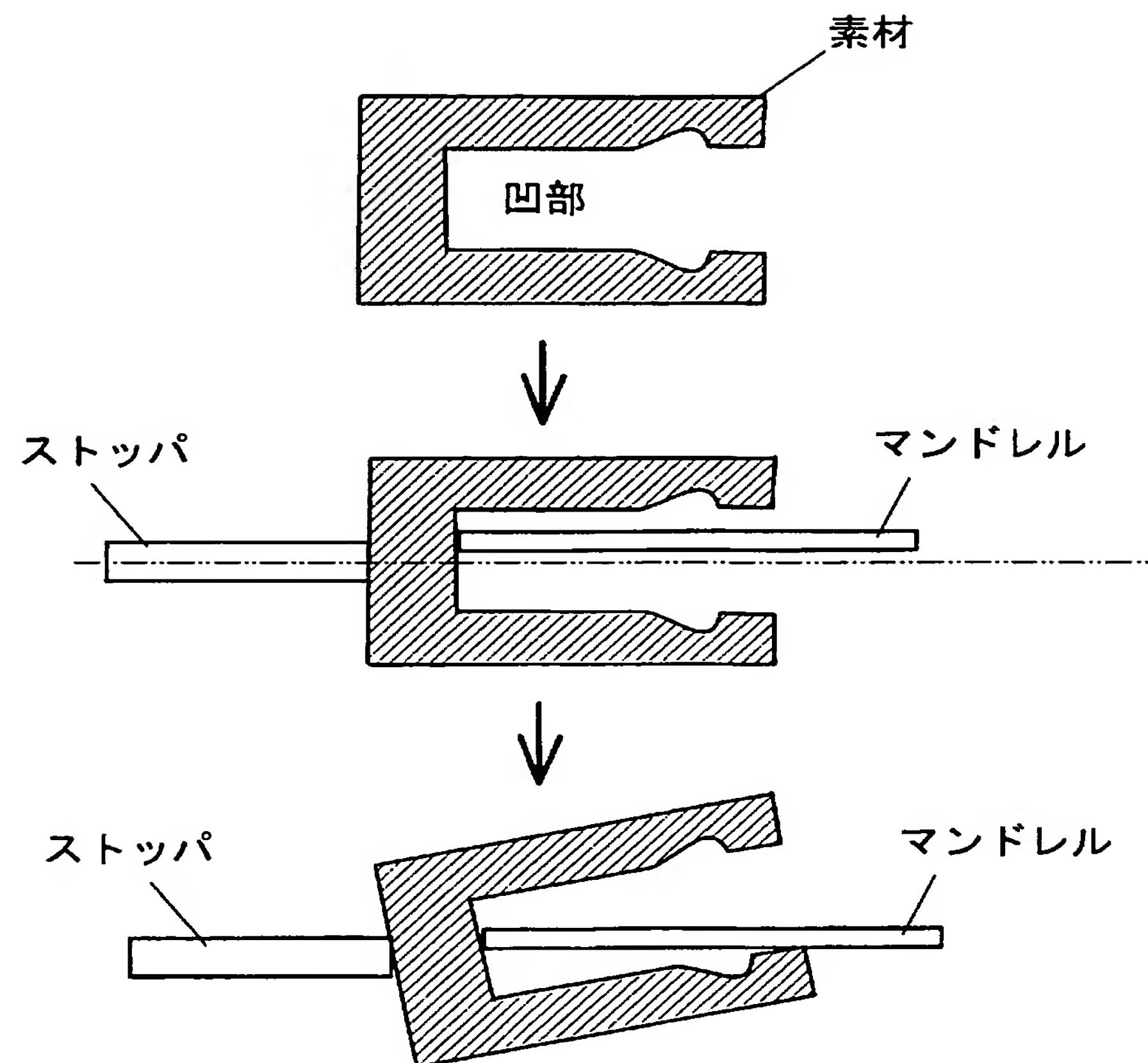
[図2]



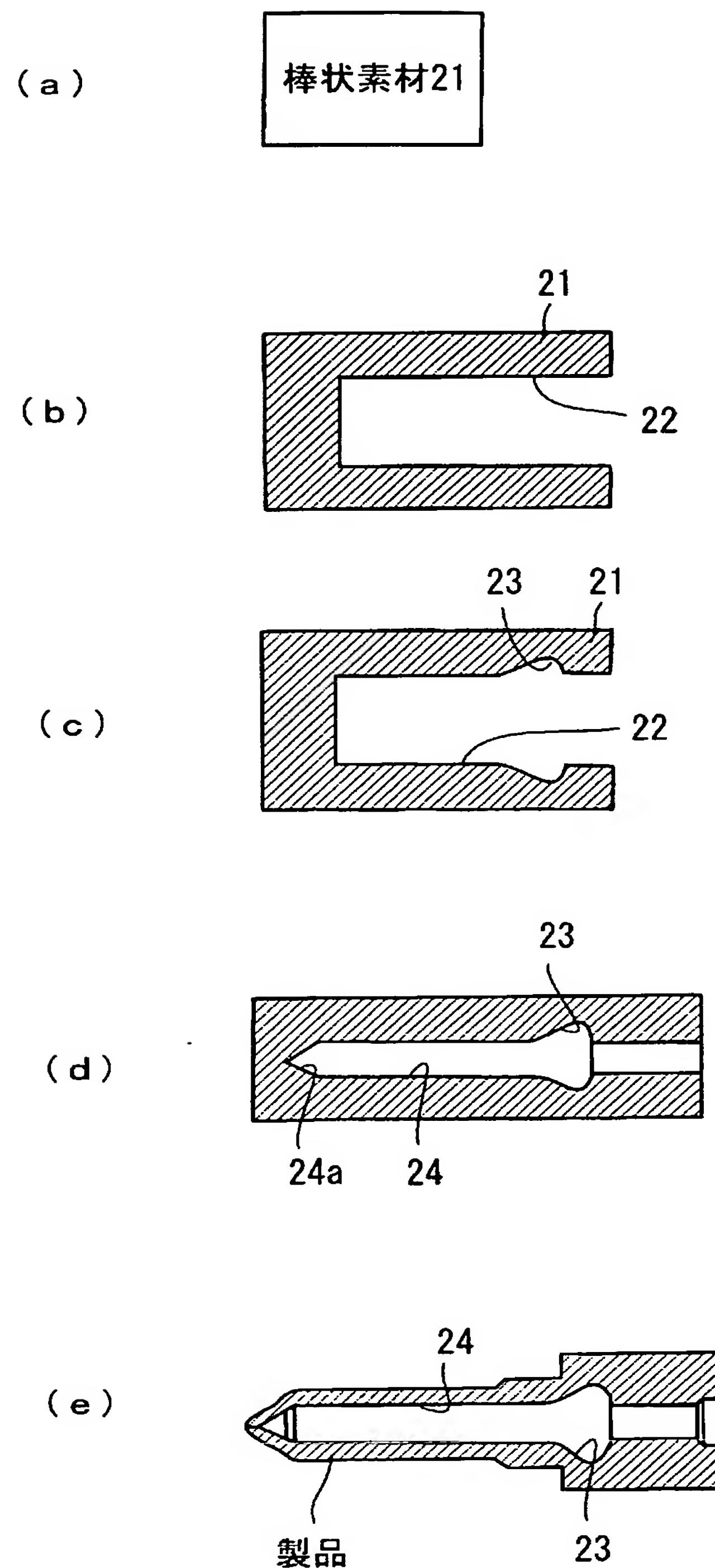
[図3]



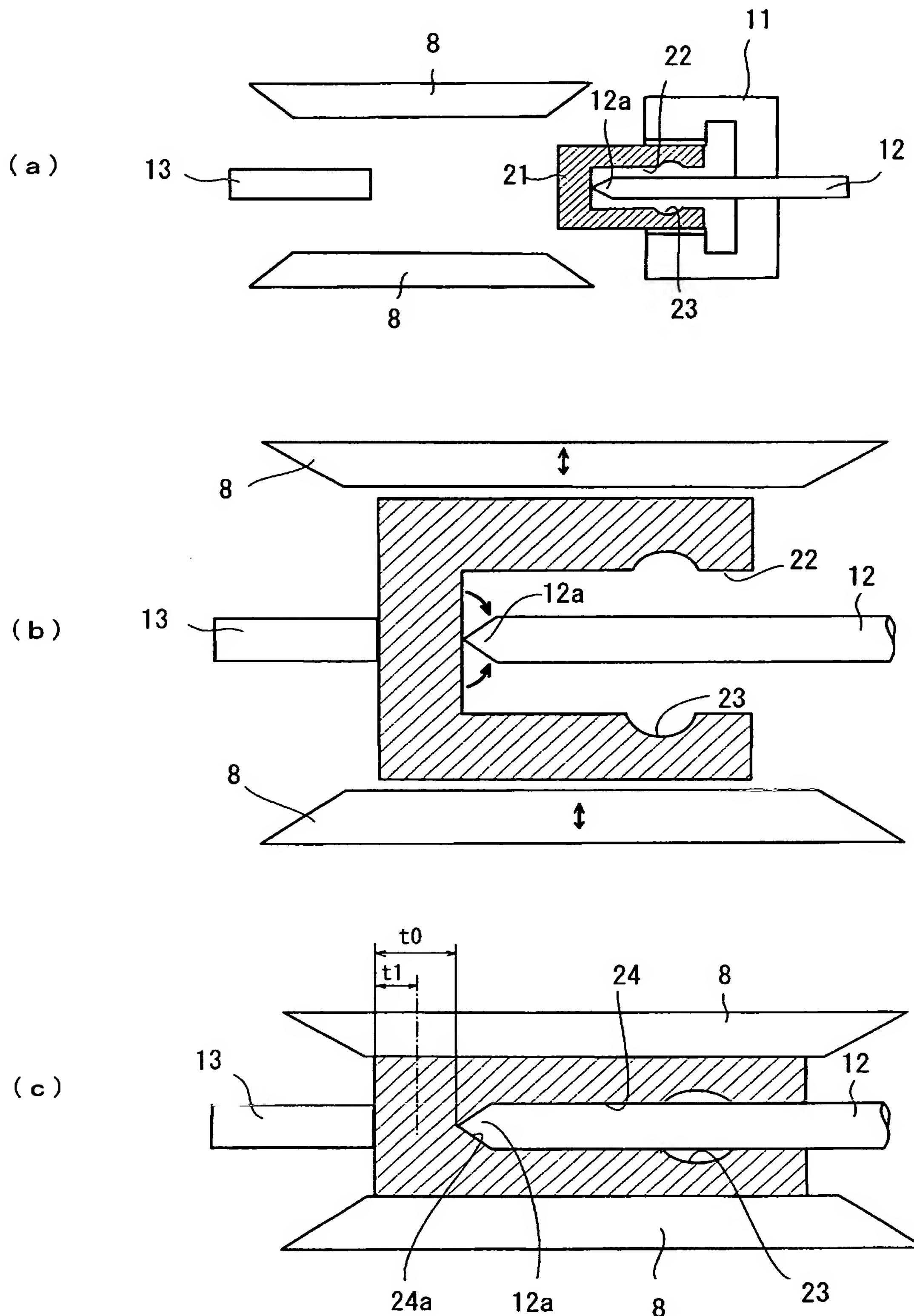
[図4]



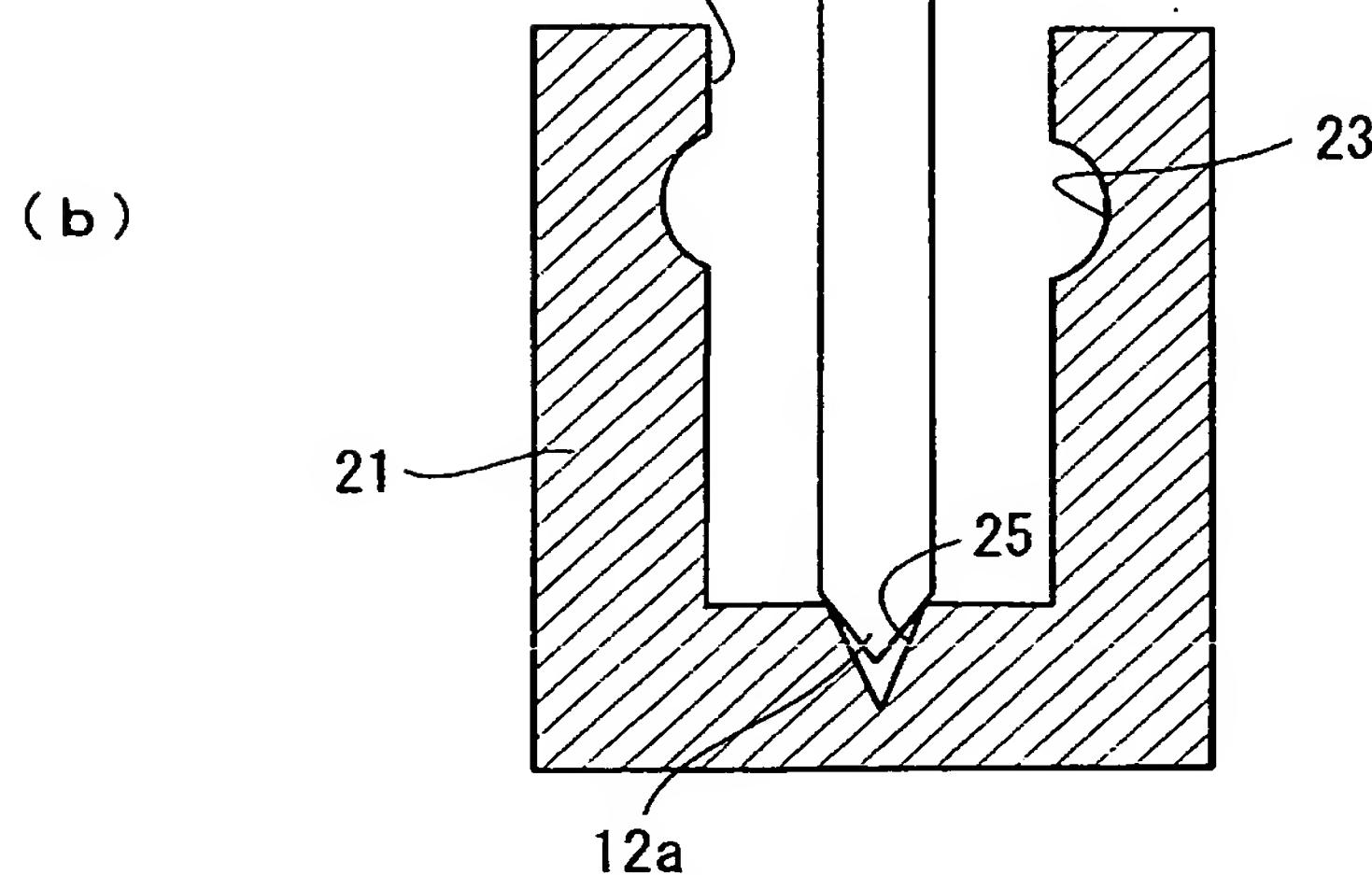
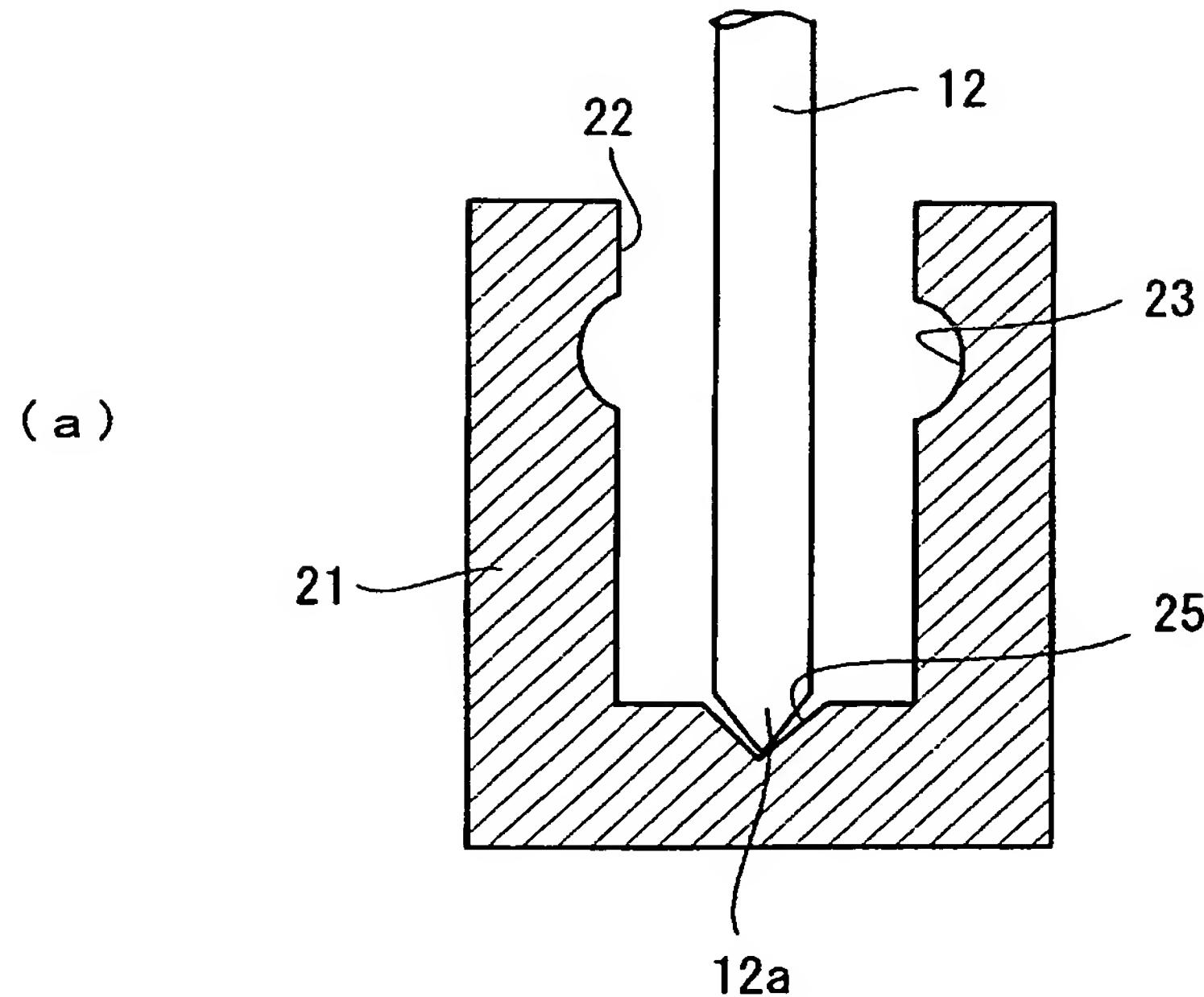
[図5]



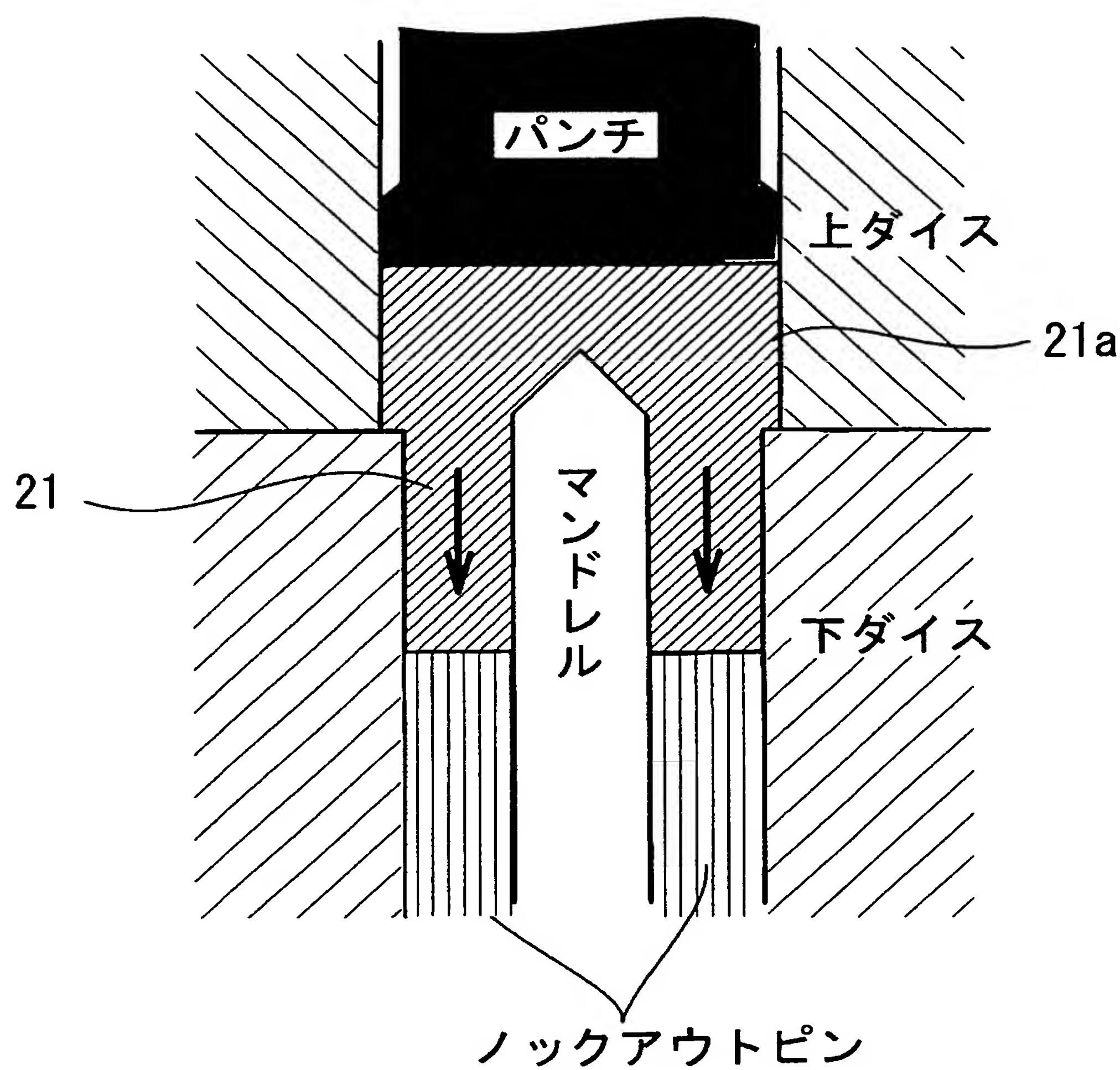
[図6]



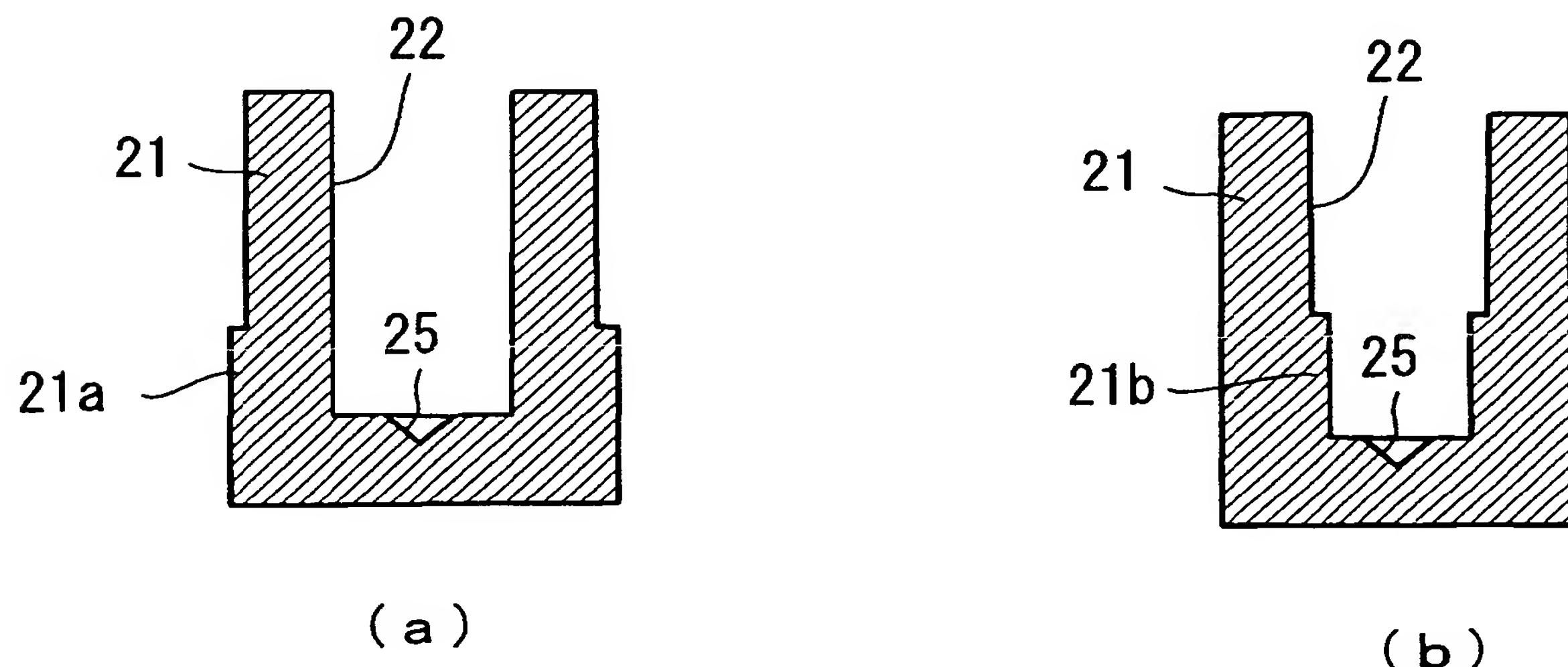
[図7]



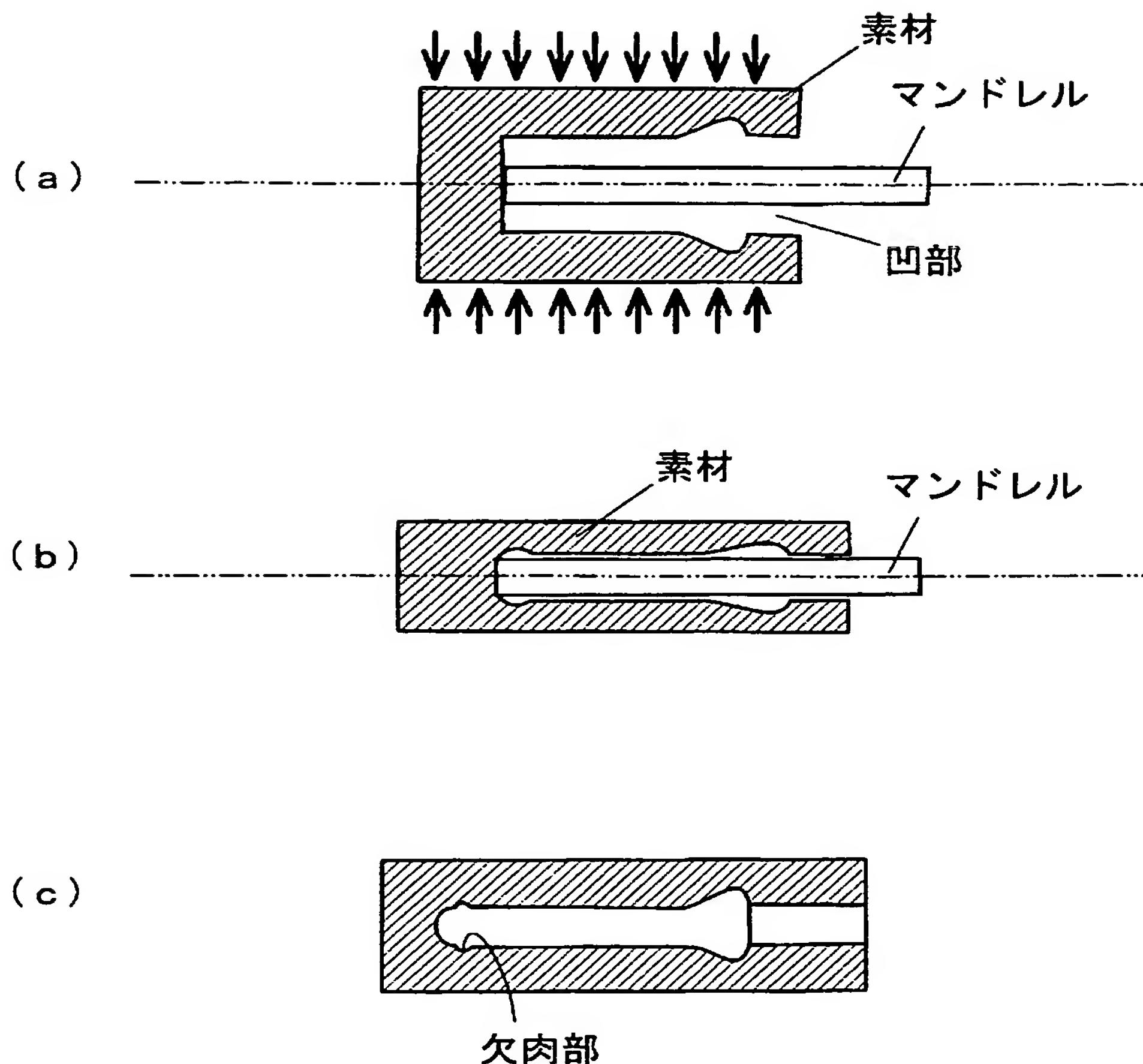
[図8]



[図9]



[図10]

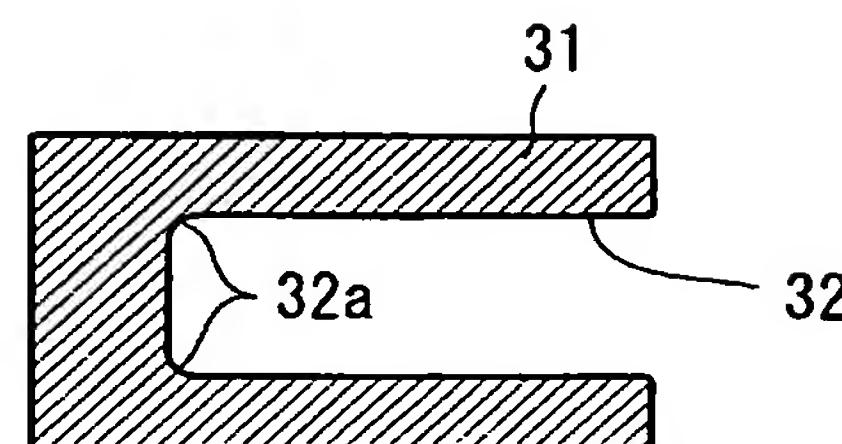


[図11]

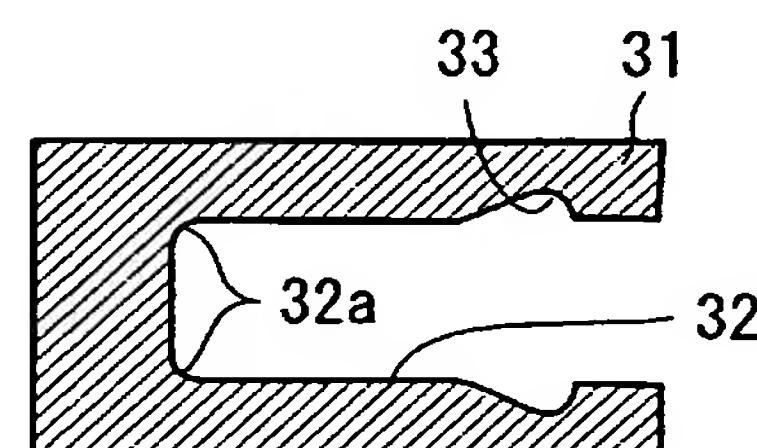
( a )

棒状素材31

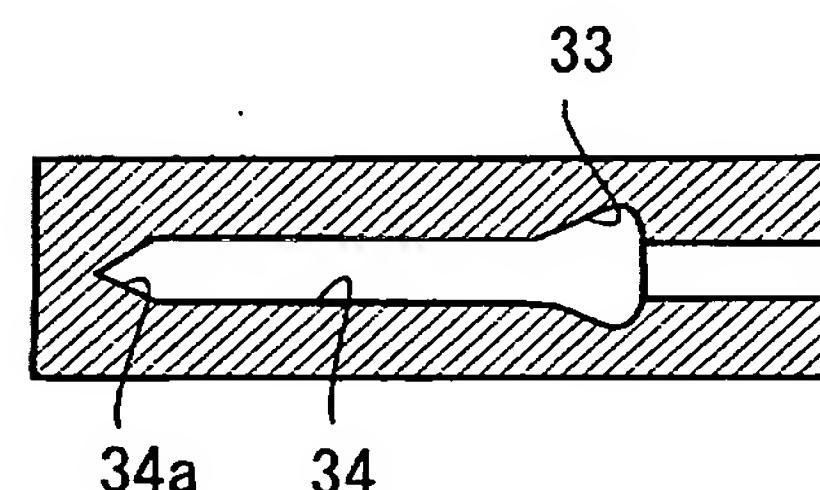
( b )



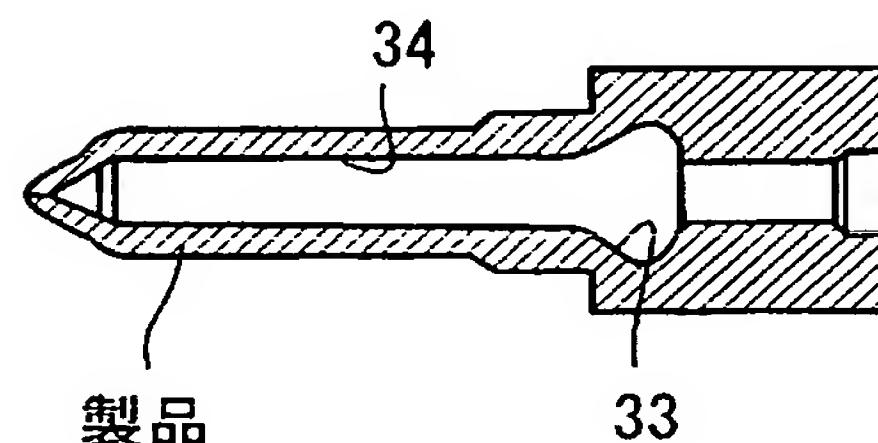
( c )



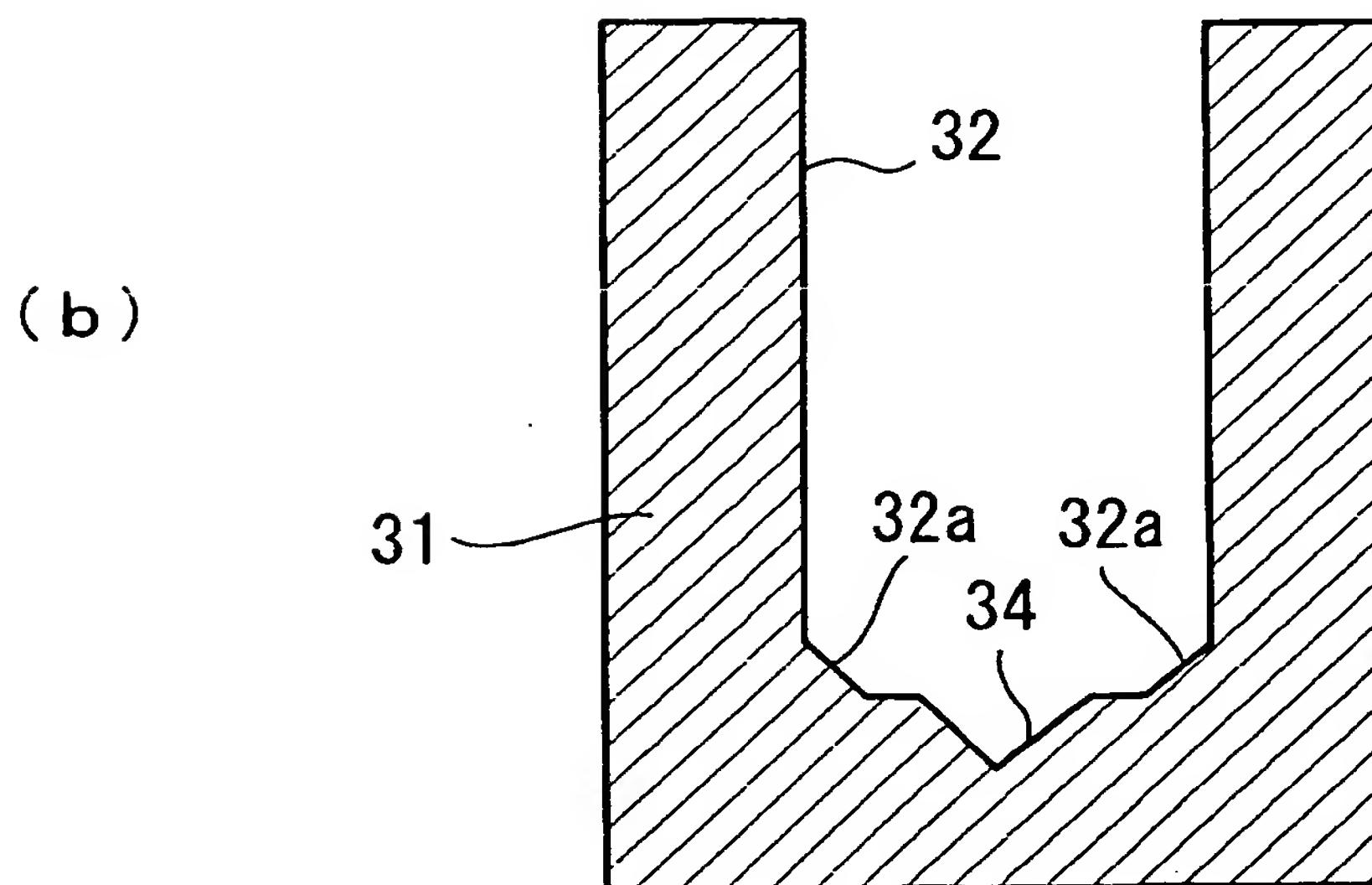
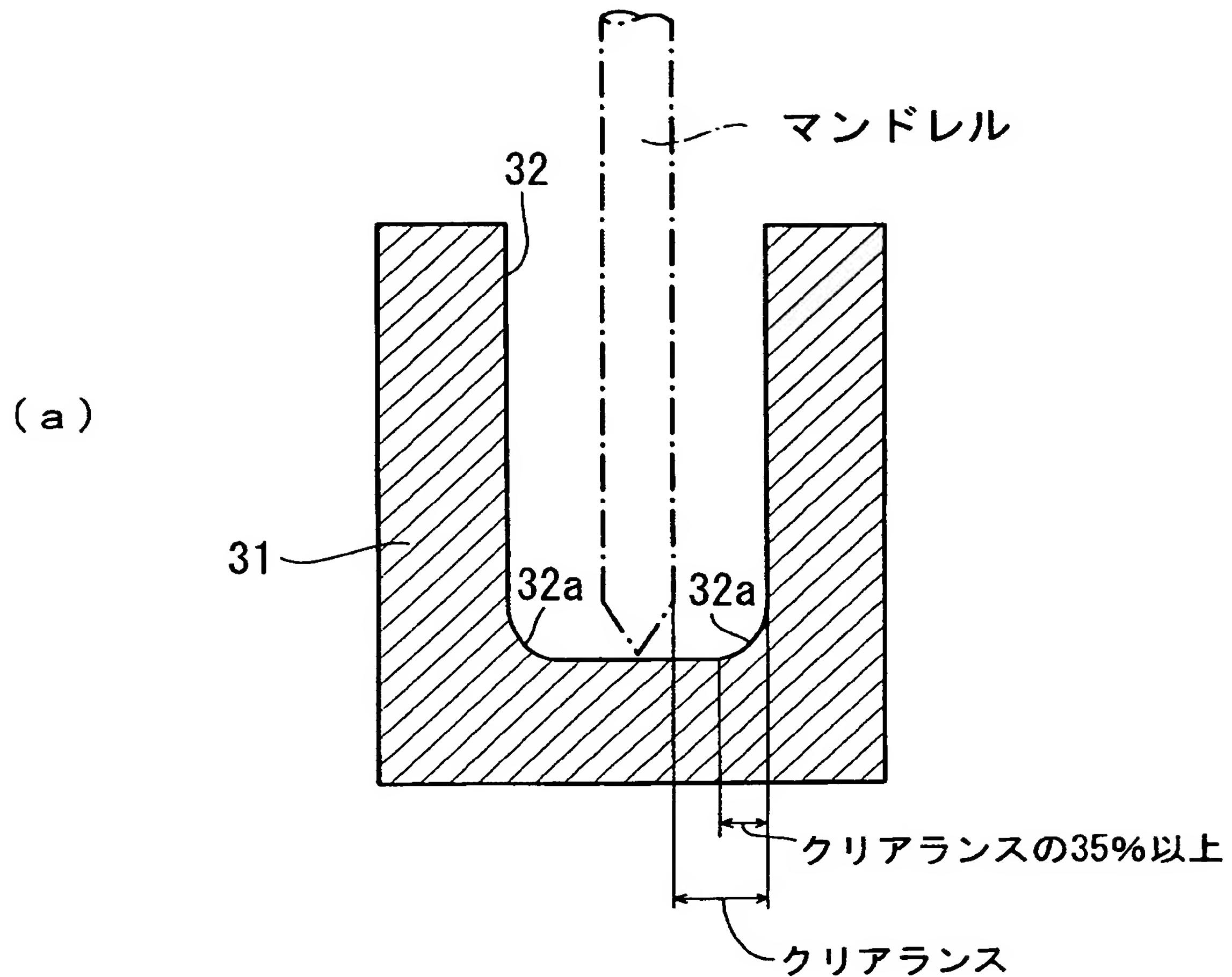
( d )



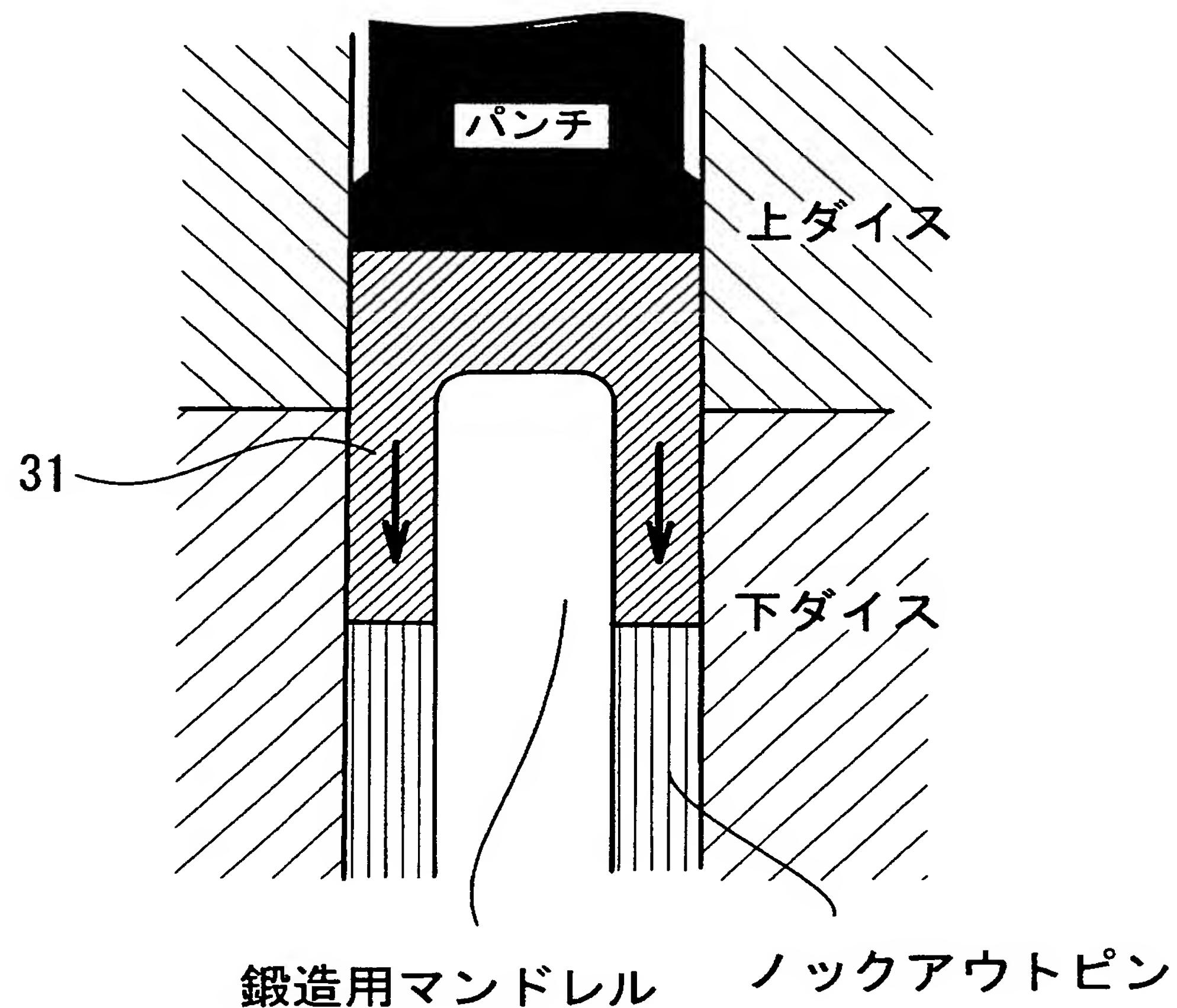
( e )



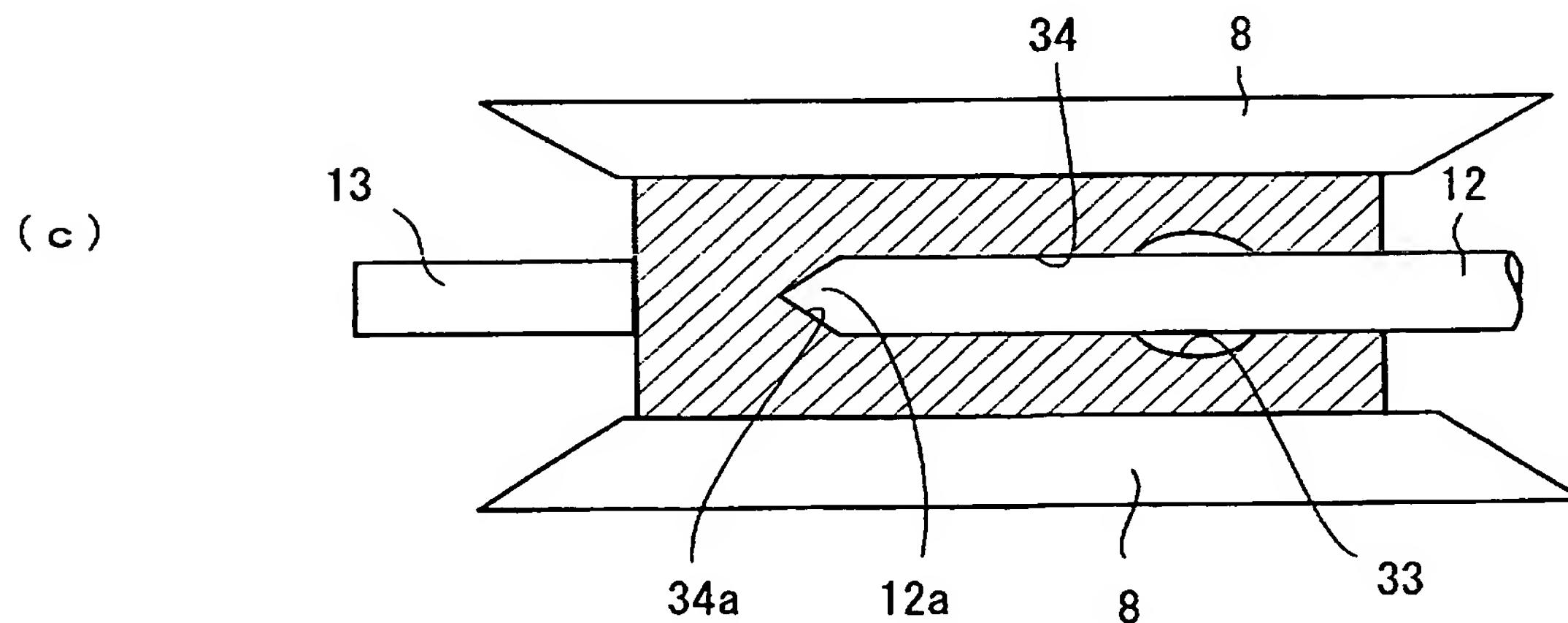
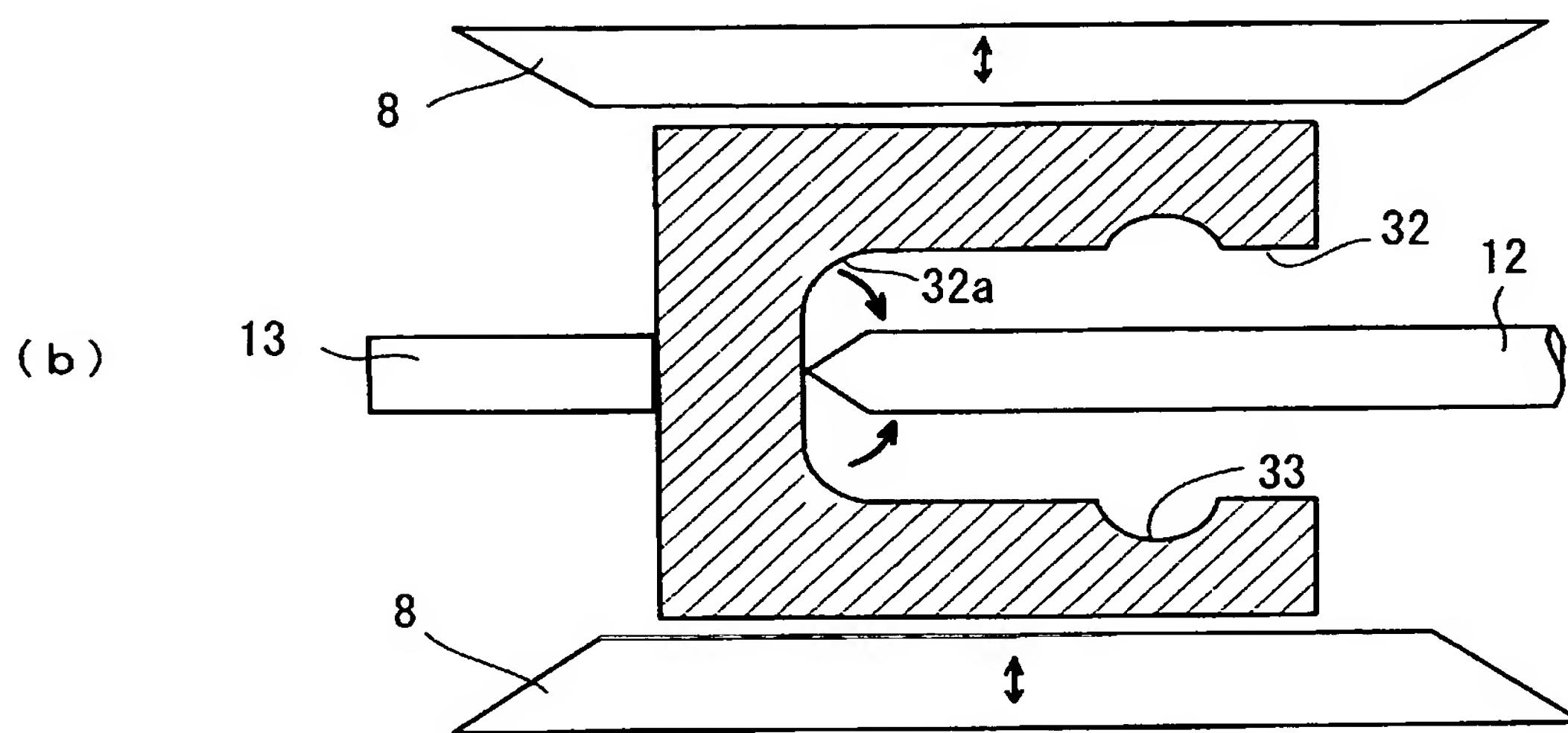
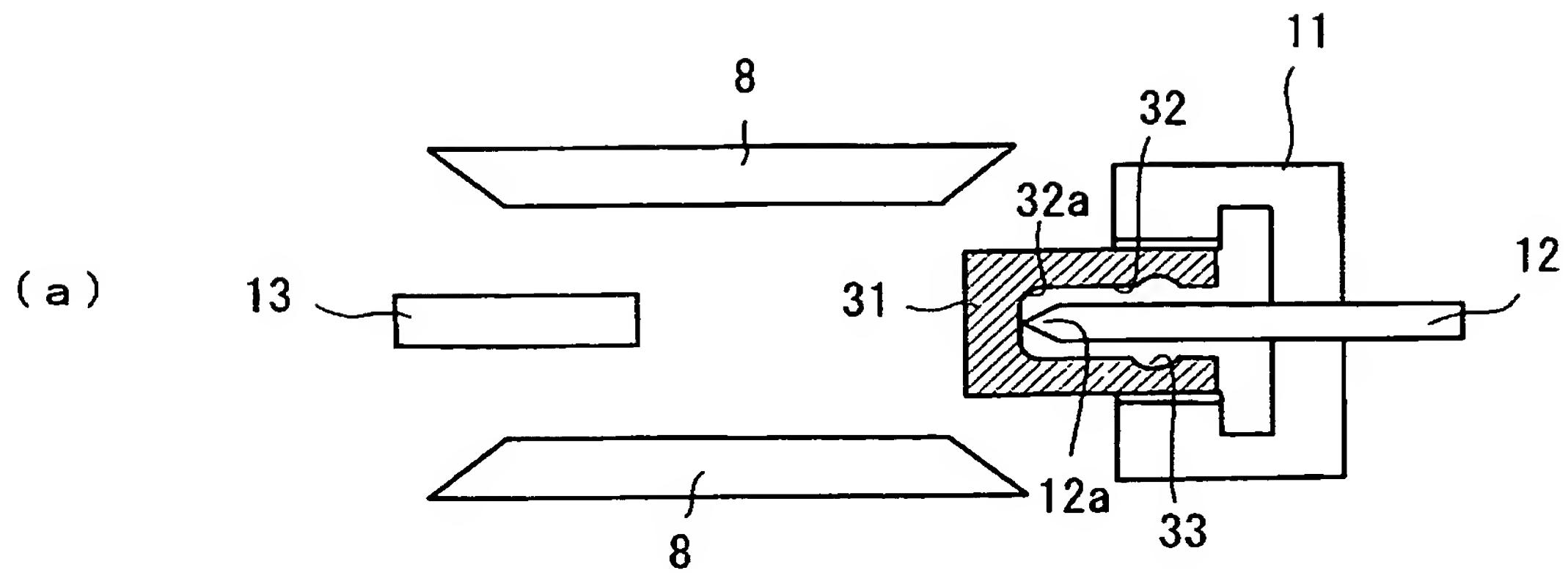
[図12]



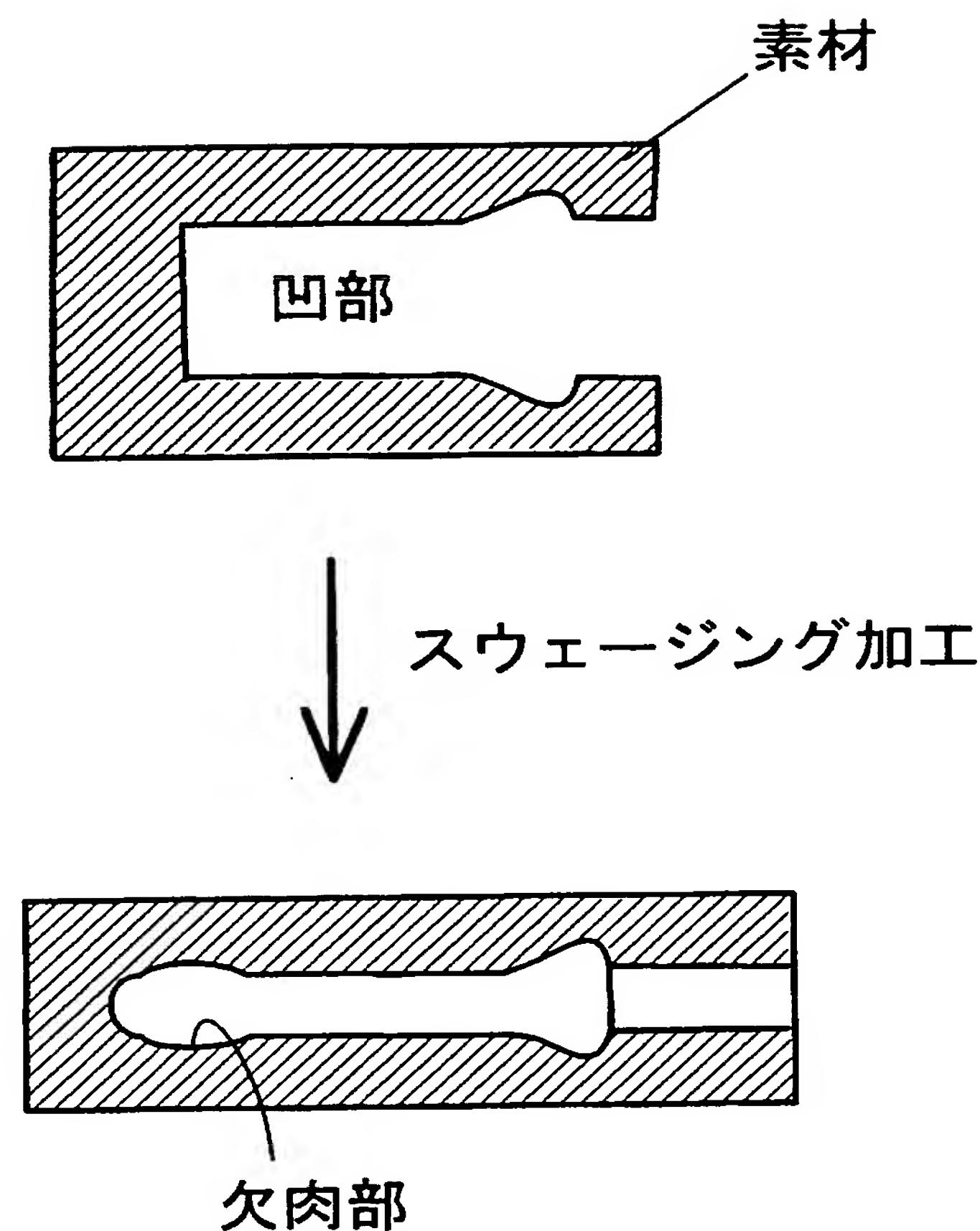
[図13]



[図14]



[図15]

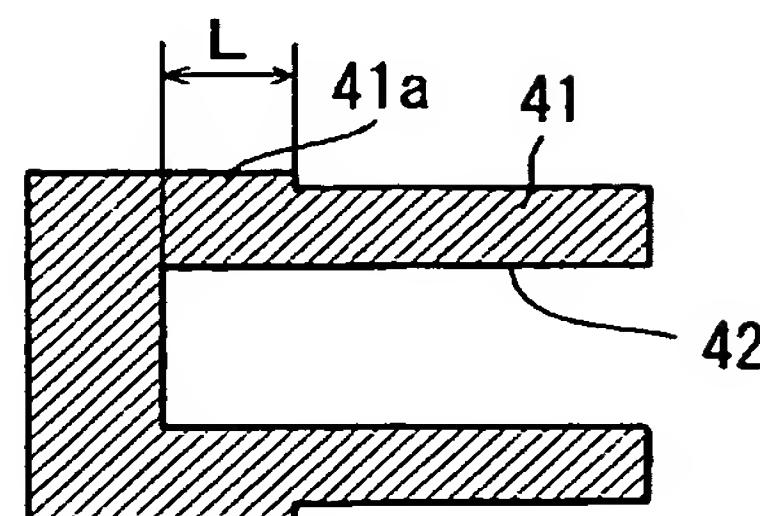


[図16]

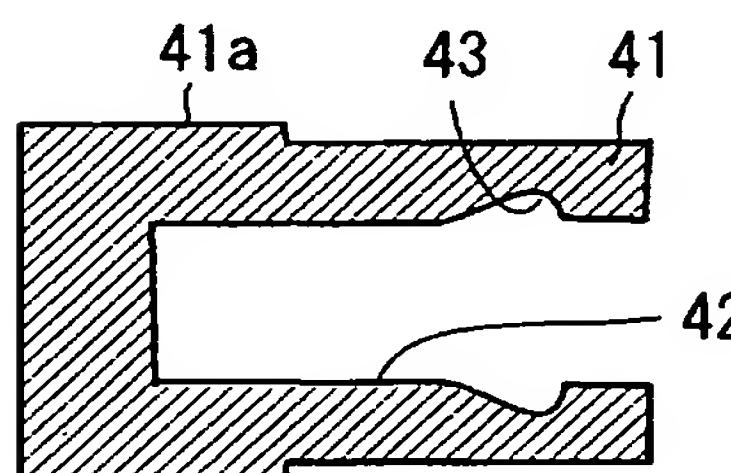
( a )

棒状素材41

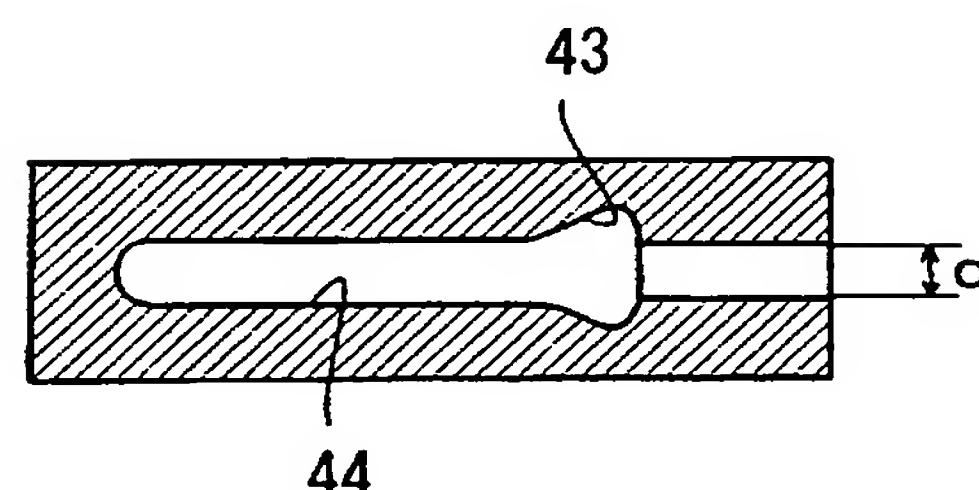
( b )



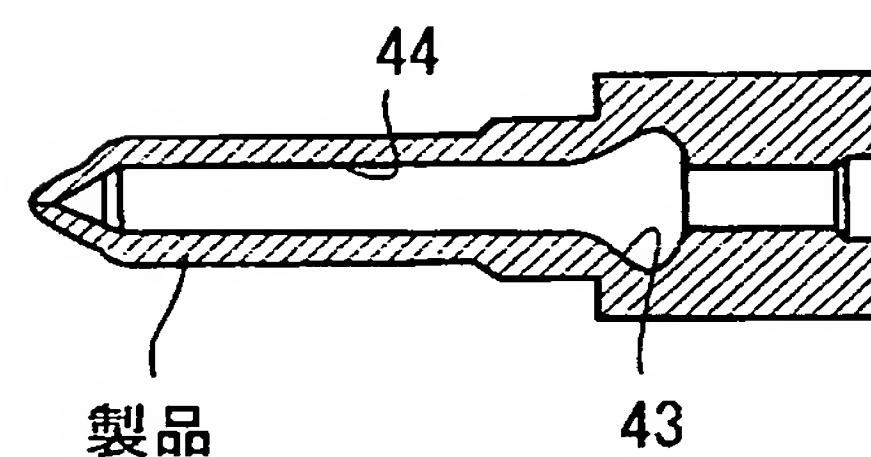
( c )



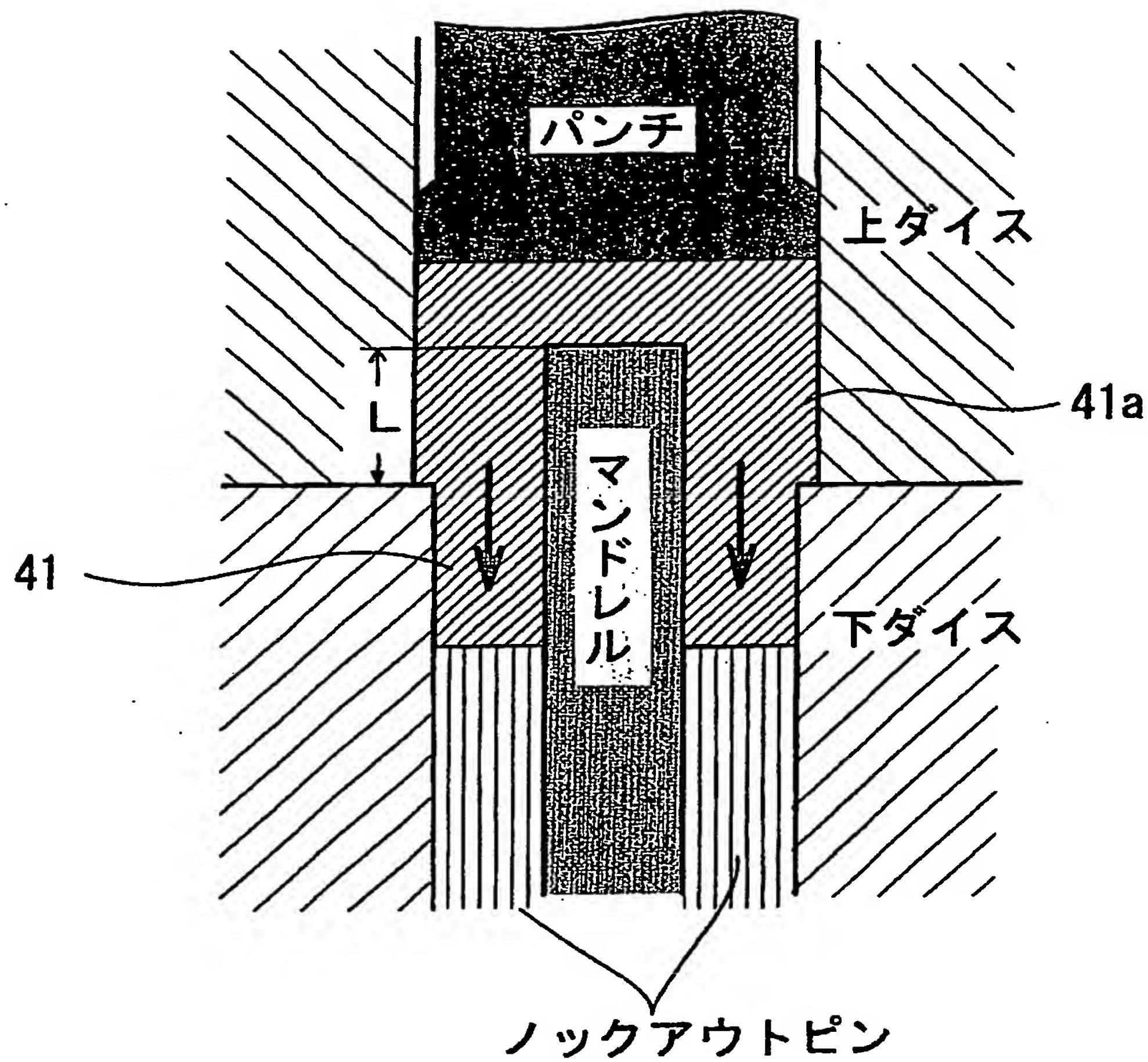
( d )



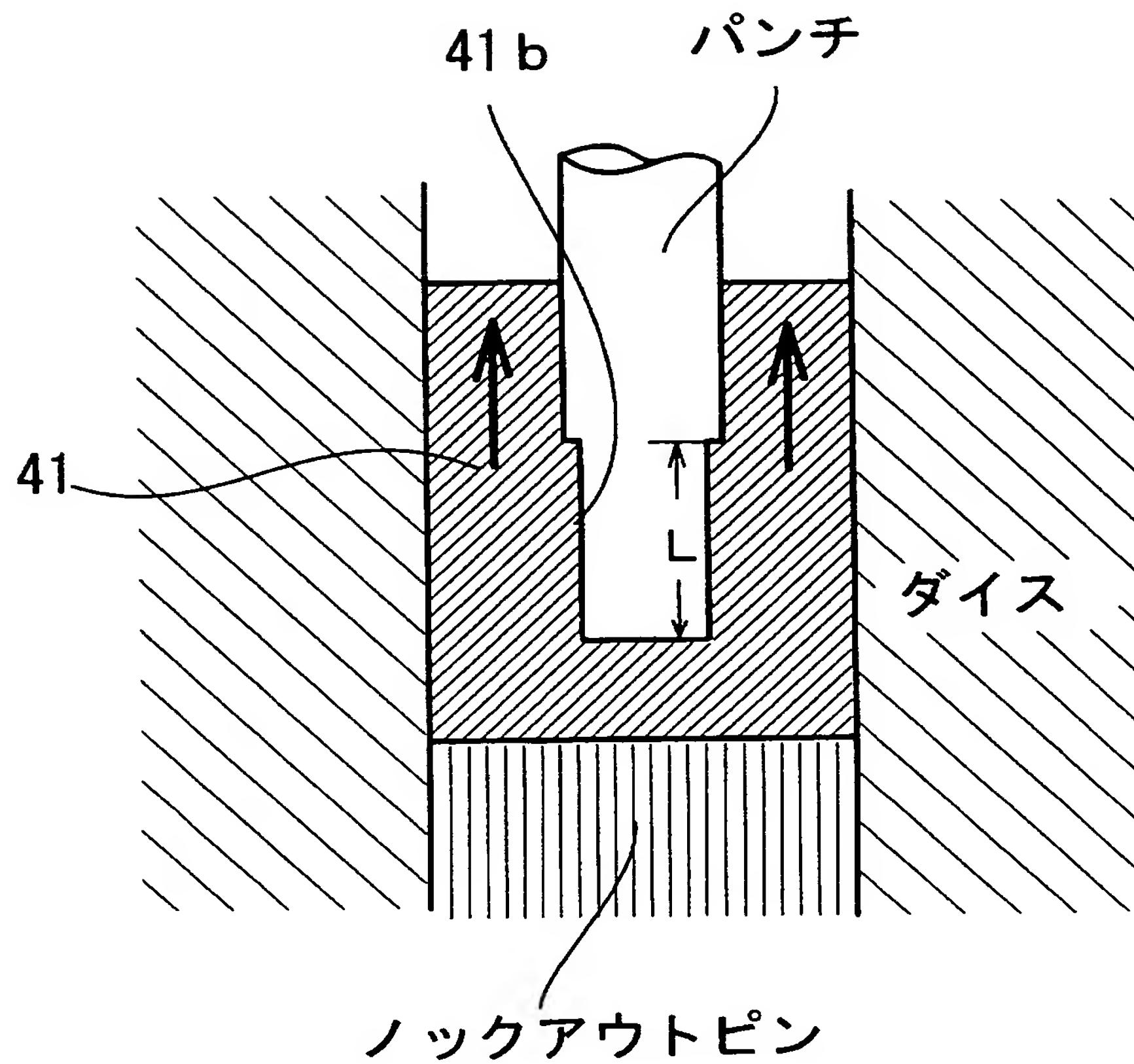
( e )



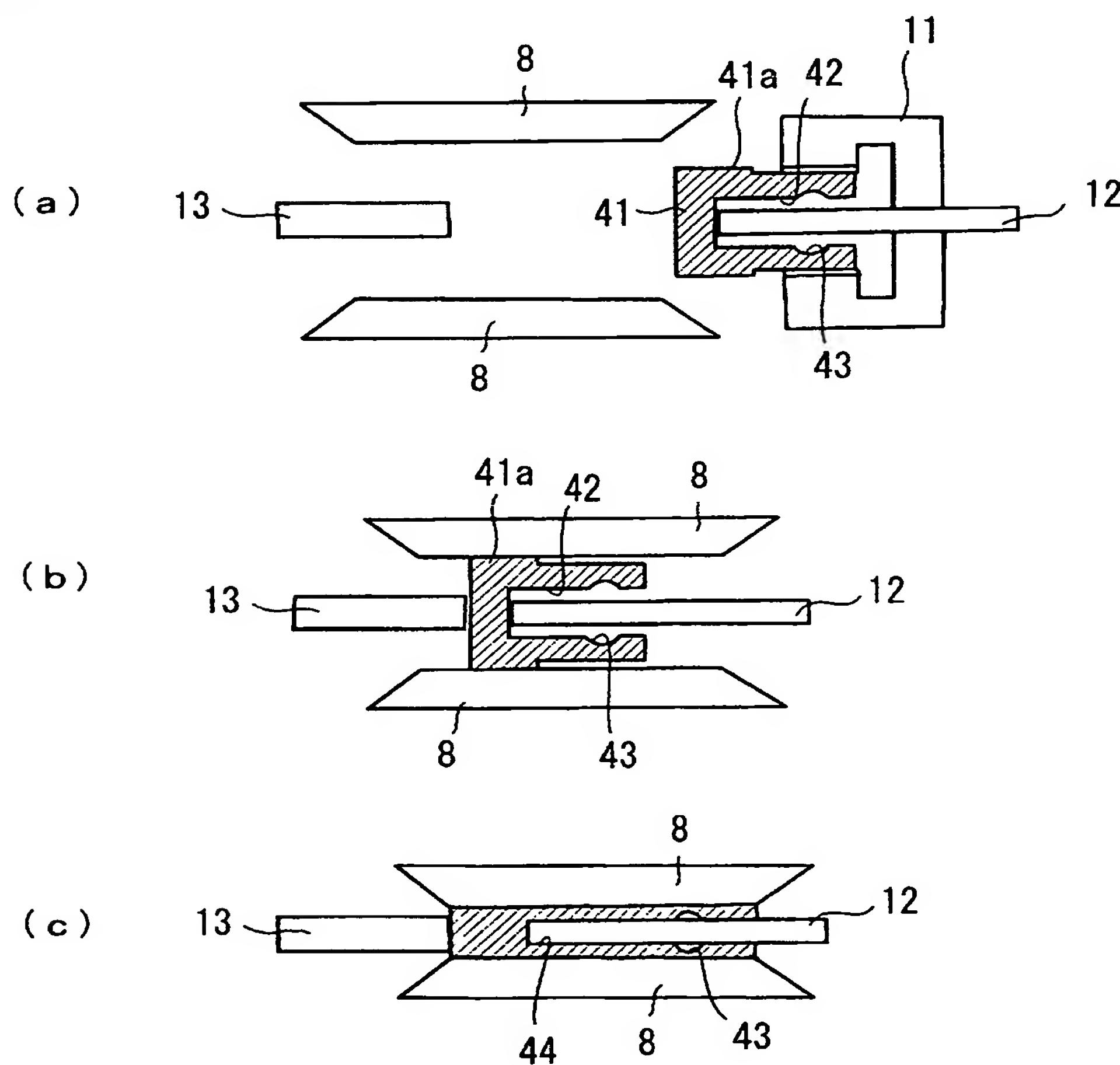
[図17]



[図18]



[図19]



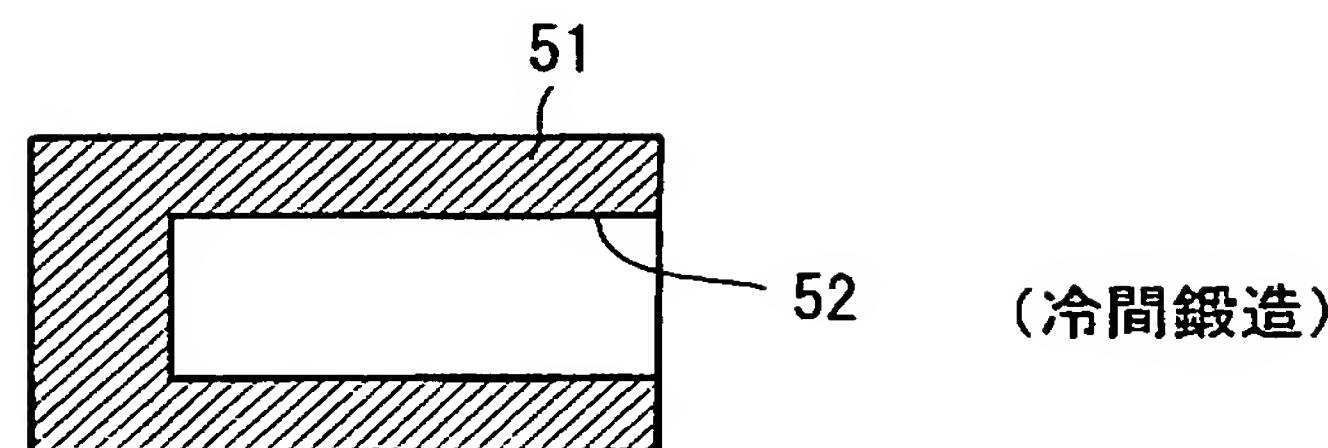
[図20]

(a)

棒状素材51

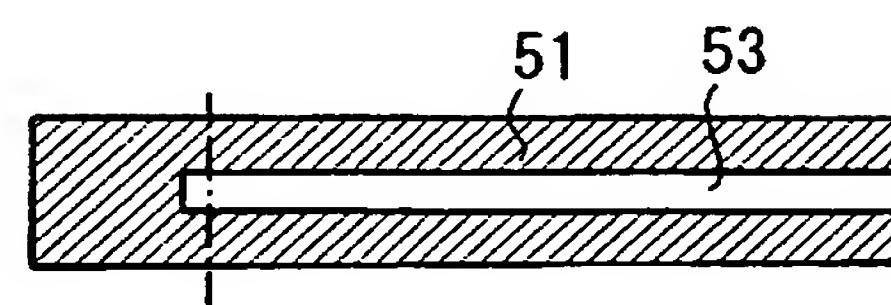
(切出し)

(b)



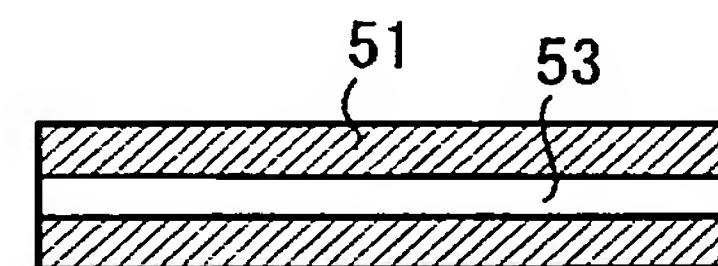
(冷間鍛造)

(c)



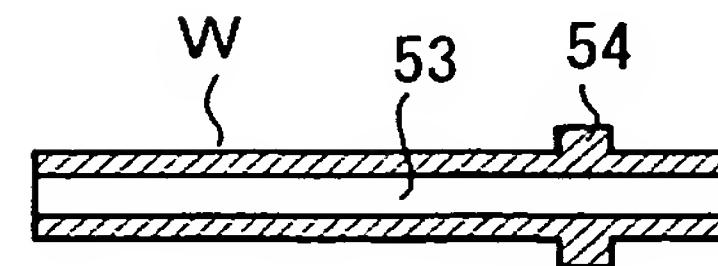
(スウェージング加工)

(d)



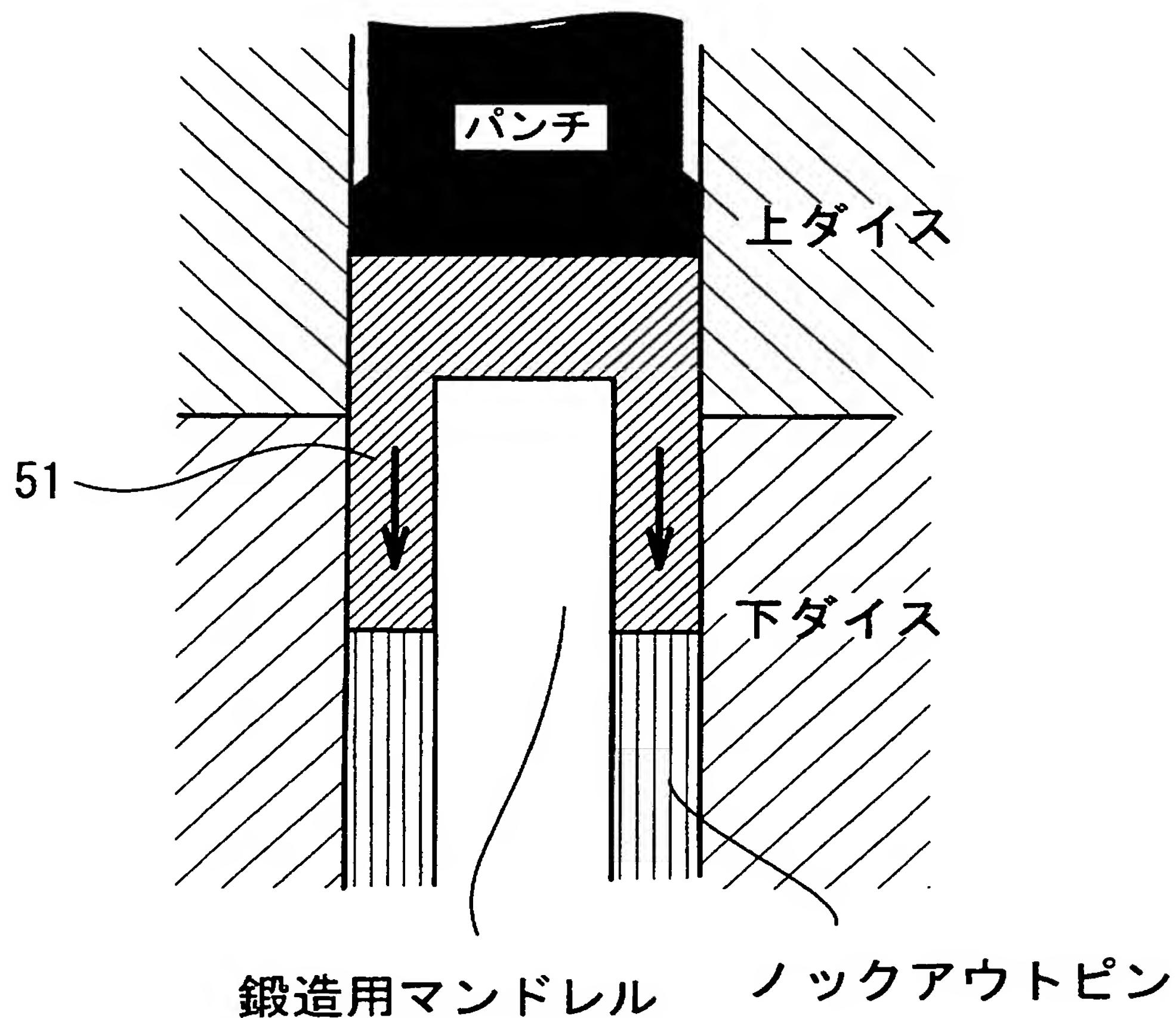
(切断)

(e)

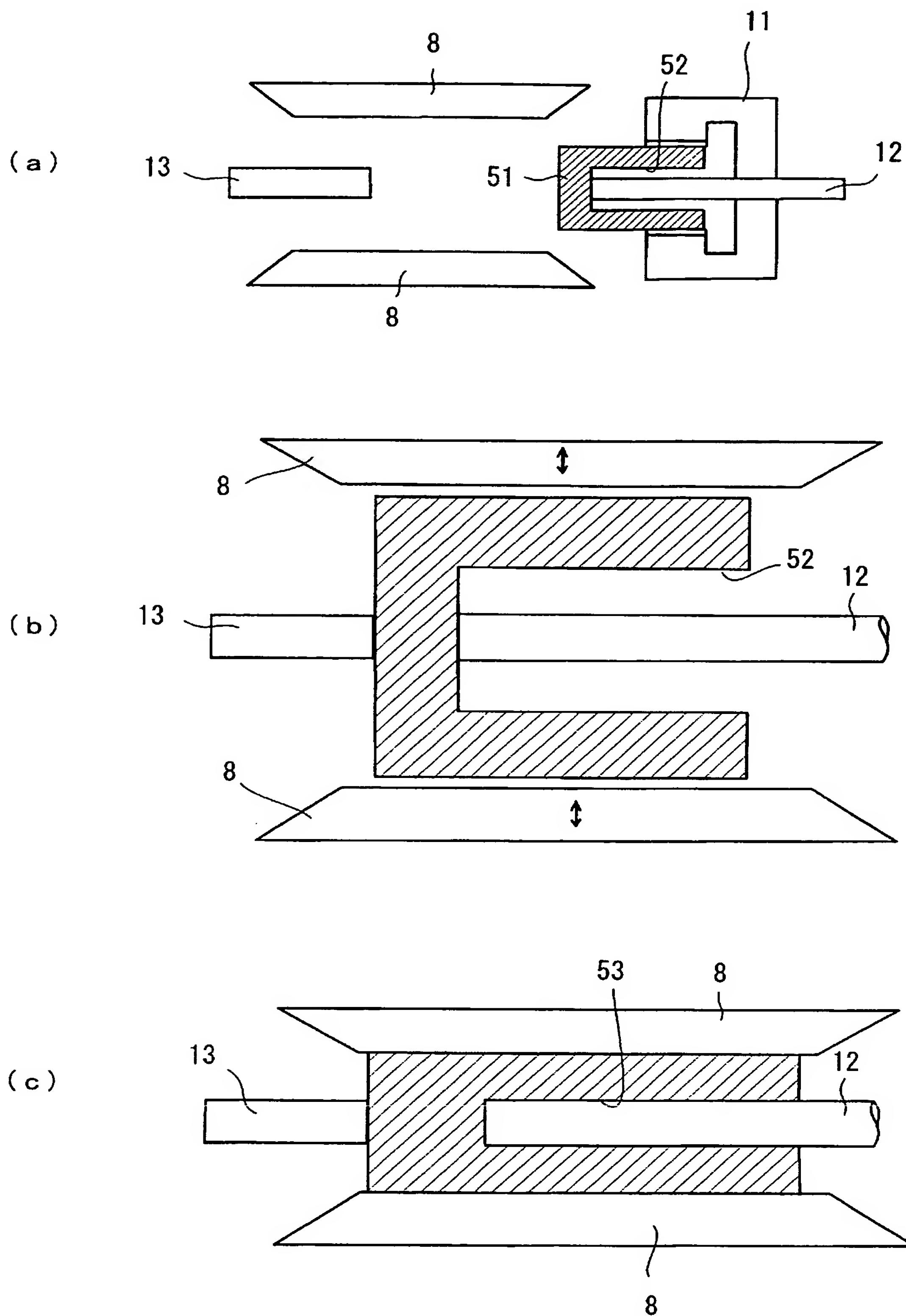


(切削加工)

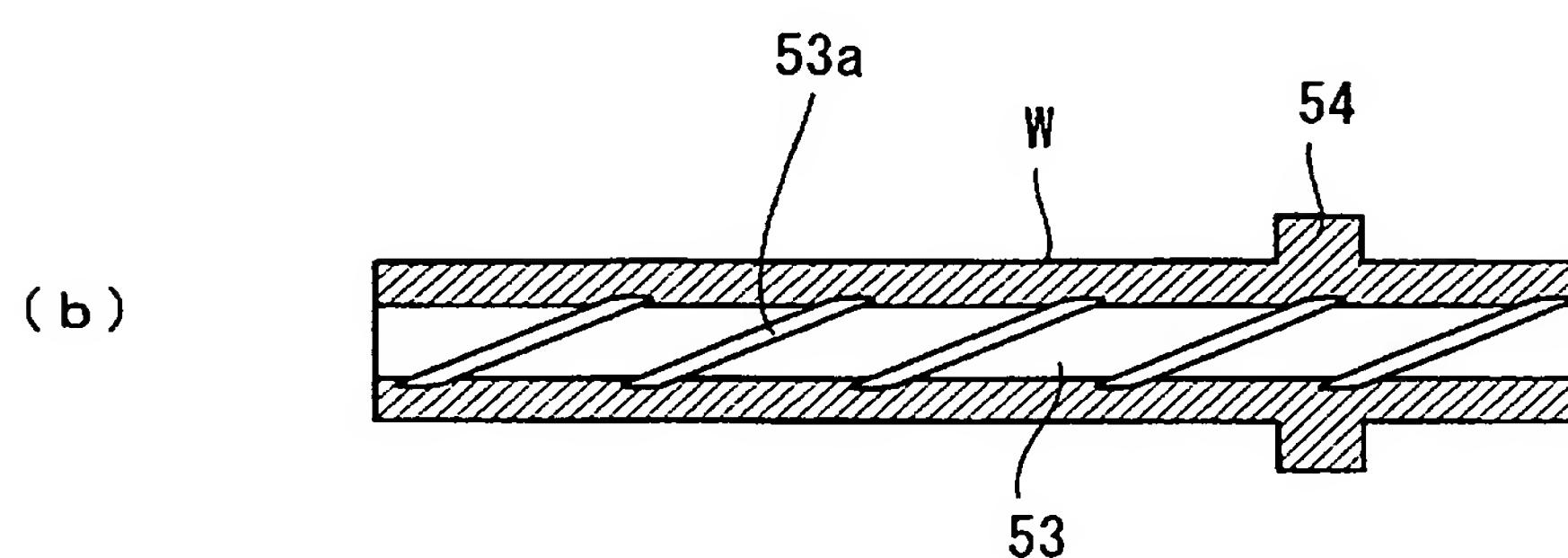
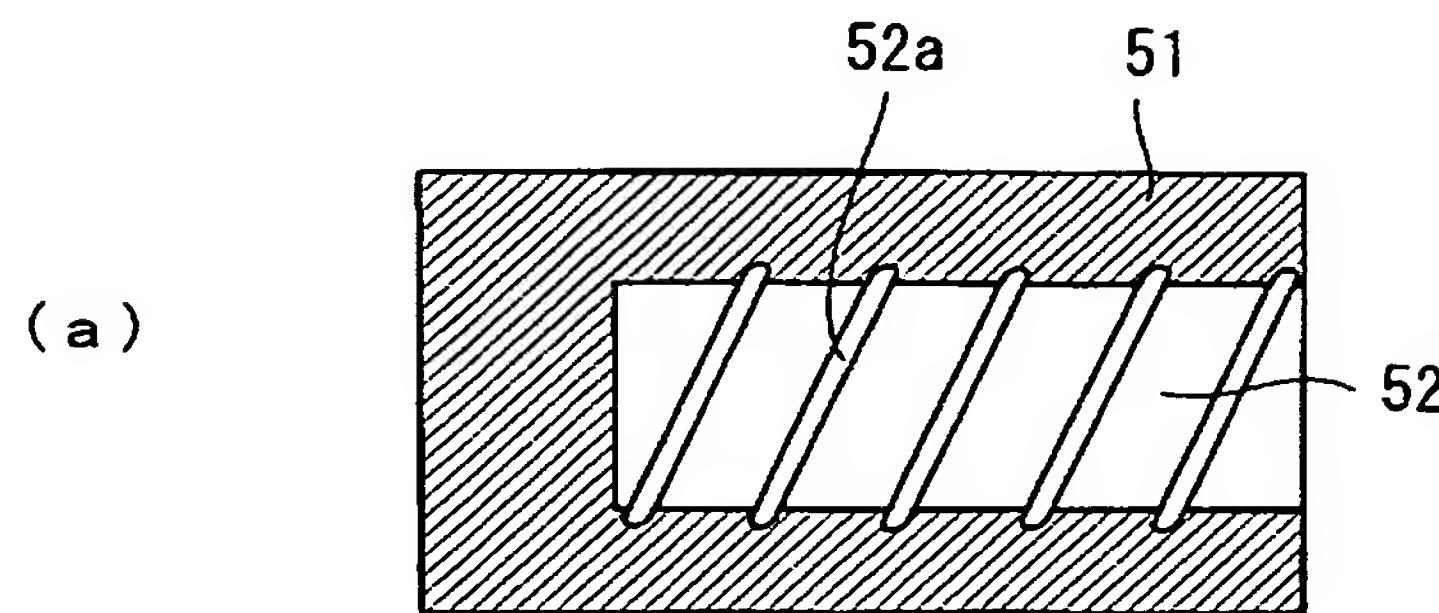
[図21]



[図22]



[図23]



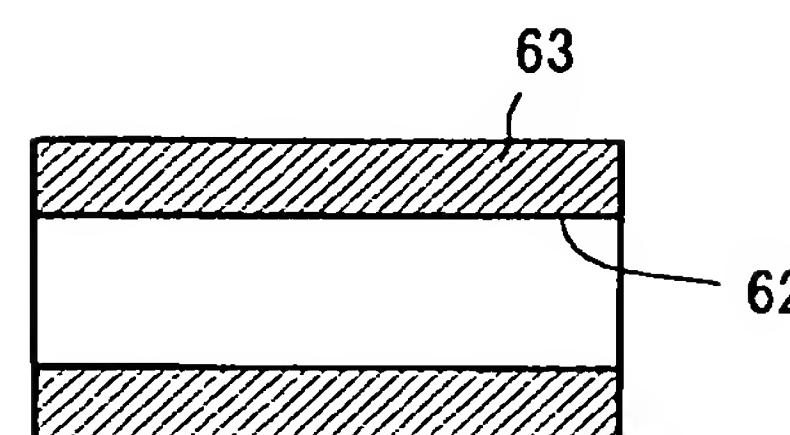
[図24]

(a)

棒状素材61

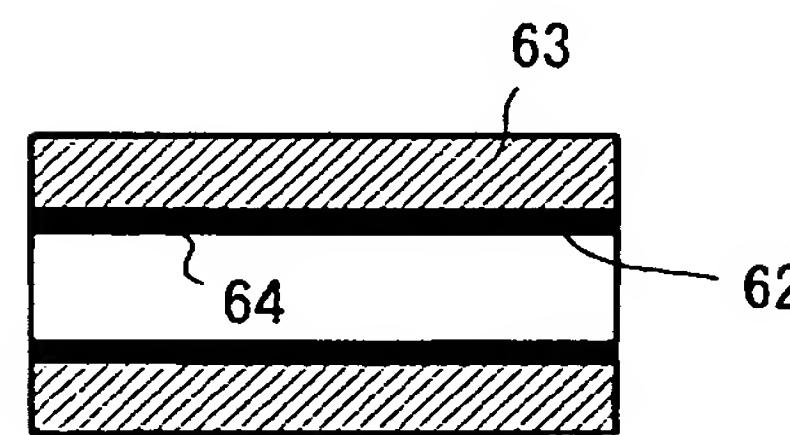
(切出し)

(b)



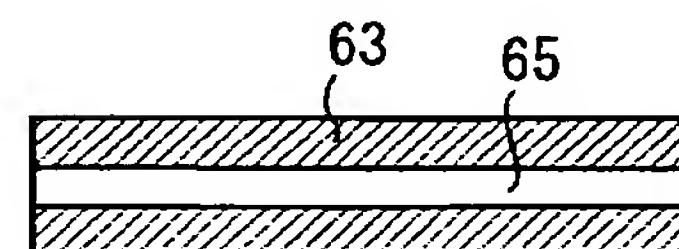
(冷間鍛造)

(c)



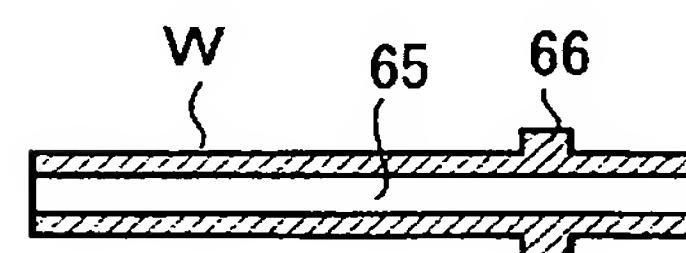
(メッキ)

(d)



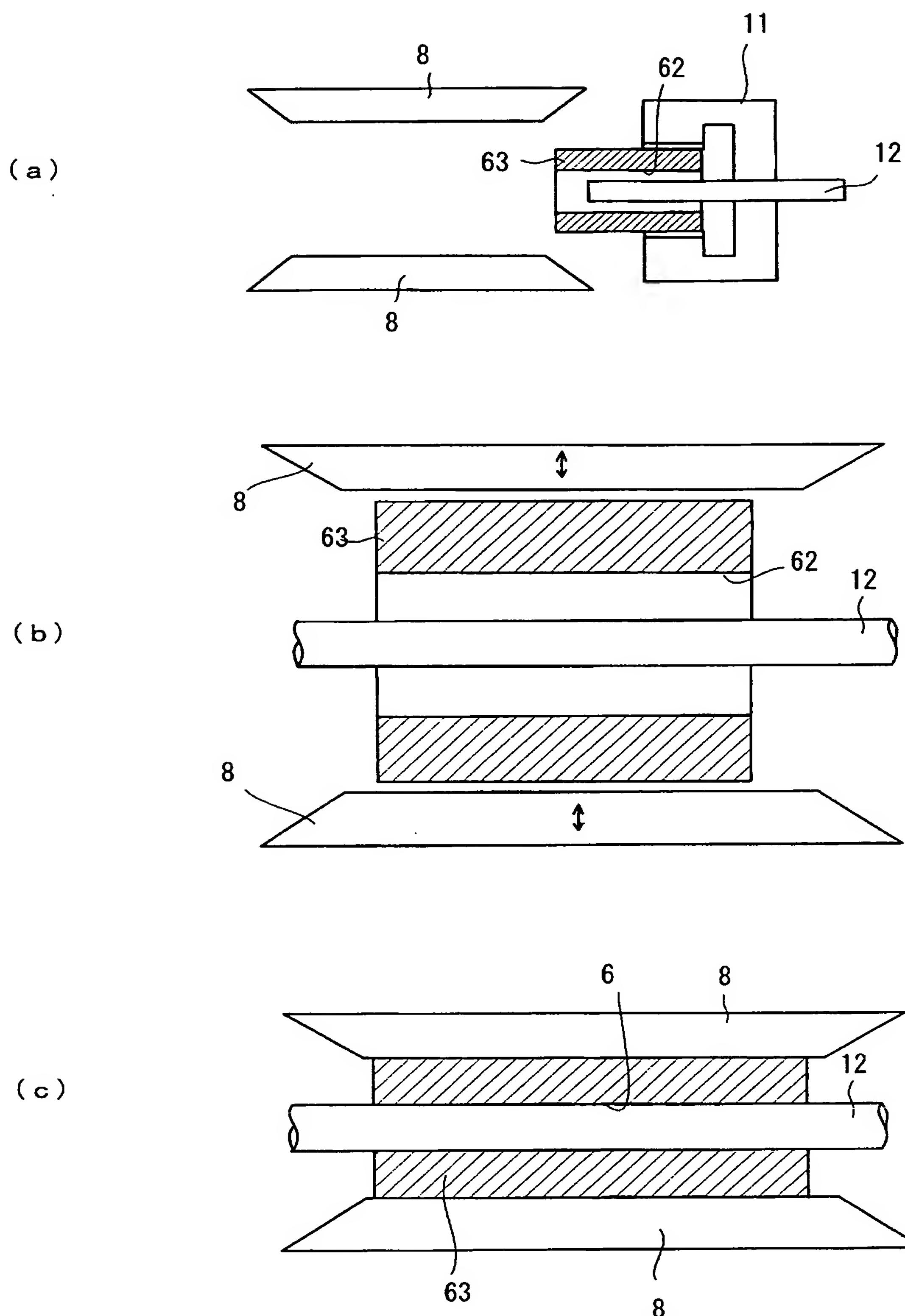
(スウェービング加工)

(e)

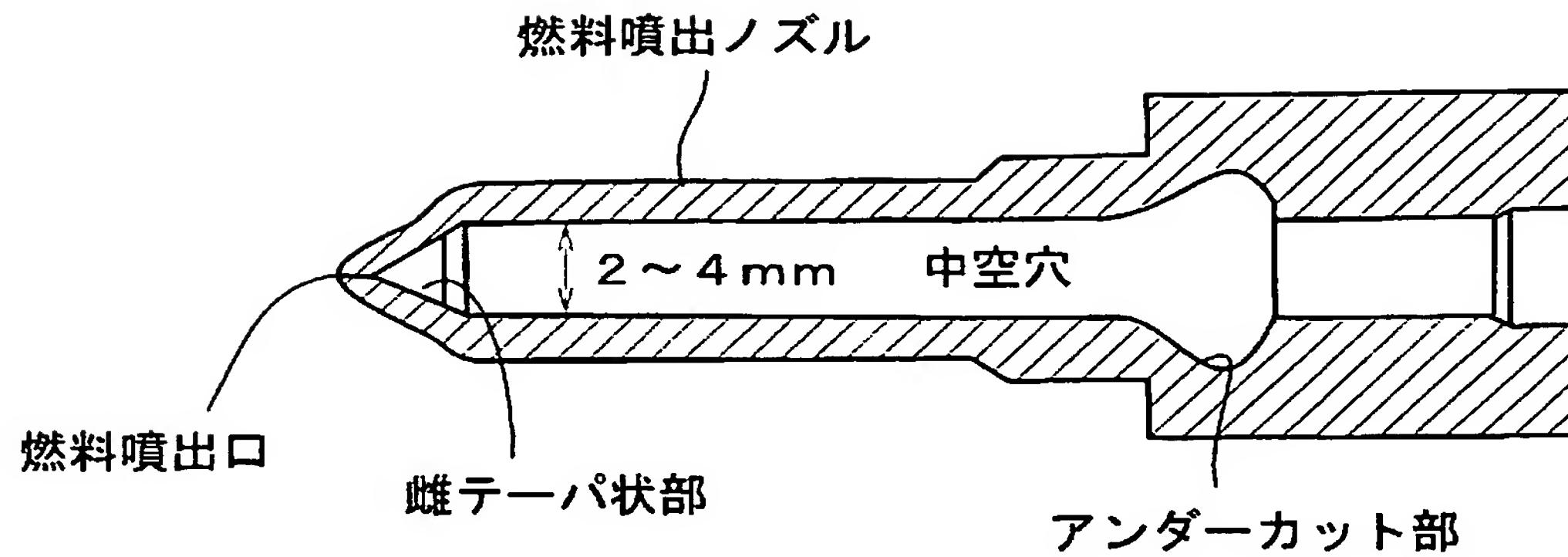


(切削加工)

[図25]



[図26]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015623

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl' B21J5/06, 9/06, B21K21/08, F02M61/16, F01L3/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl' B21J1/00-13/14, 17/00-19/04, B21K1/00-31/00, F02M61/16,  
F01L3/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-104822 A (Nakajima Cooper Works, Inc.), 20 April, 1999 (20.04.99), Claims; Par. Nos. [0051] to [0052]; Figs. 1 to 7 & US 6039237 A & DE 19844346 A	1,18
Y	JP 4-167944 A (The Japan Steel Works, Ltd.), 16 June, 1992 (16.06.92), Full text (Family: none)	1,18
Y	JP 7-265994 A (THE TORRINGTON CO.), 17 October, 1995 (17.10.95), Full text & WO 94/01658 A1	1-3, 8-13, 18

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
03 February, 2005 (03.02.05)Date of mailing of the international search report  
22 February, 2005 (22.02.05)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015623

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 58-9739 A (Yoshikazu SAKAMURA), 20 January, 1983 (20.01.83), Full text (Family: none)	2-4, 7-13
Y	JP 8-90140 A (Nippondenso Co., Ltd.), 09 April, 1996 (09.04.96), Full text & WO 96/03236 A1	3, 7, 10, 13
Y	JP 10-296378 A (Nippon Steel Corp.), 10 November, 1998 (10.11.98), Claims; Par. No. [0014]; Fig. 7 (Family: none)	4, 7
Y	JP 60-68130 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 18 April, 1985 (18.04.85), Full text (Family: none)	4, 7
Y	JP 6-190491 A (Aichi Steel Works Ltd.), 12 July, 1994 (12.07.94), Full text (Family: none)	8-13
Y	JP 2000-8132 A (Nippon Piston Ring Co., Ltd.), 11 January, 2000 (11.01.00), Full text (Family: none)	14
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 80299/1982 (Laid-open No. 181910/1983) (Toyota Motor Corp.), 05 December, 1983 (05.12.83), Full text (Family: none)	14
Y	JP 61-197707 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 September, 1986 (02.09.86), Full text (Family: none)	14
Y	JP 46-1254 A (Caterpillar Tractor Co.), 17 September, 1971 (17.09.71), Full text (Family: none)	14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015623

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 56-97716 A (Chiyoda Seiki Co., Ltd.), 06 August, 1981 (06.08.81), Claims; page 3, lines 3 to 10; Fig. 3 (Family: none)	1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/015623

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(1) The inventions of claims 1 and 18-19 relate to a forming method by which a recess with a large diameter is formed in a raw material, a treatment such as plating is applied to the recess, a mandrel having a diameter equal to the diameter of an inner peripheral section of an aimed member is inserted, and then the raw material is swaged from the outside.

(2) The inventions of claims 2-13 relate to a method of forming a member having an undercut, where a recess having a larger diameter than an inner peripheral section of the member is formed in a raw material, the undercut is formed in the inner periphery of the recess,

(continued to extra sheet)

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/015623

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

a mandrel having a diameter equal to the diameter of an inner peripheral section of the aimed member is inserted in the recess of the raw material where the undercut is formed, the raw material into which the mandrel is inserted is swaged from the outside, to reduce the inner diameter of the recess, with the undercut left, to the magnitude equal to the outer diameter of the mandrel.

(3) The invention of claim 14 relates to a valve guide for guiding a valve stem in a sliding manner, where the valve guide is formed from an Al base composite material and an oil groove is formed in an inner peripheral surface of the valve guide.

(4) The inventions of claims 15-17 relate to a method of forming a valve guide for guiding a valve stem in a sliding manner, the method including a step of forming a recess in a valve raw material, the recess having a diameter larger than an inner peripheral section where the valve stem is inserted, and a step of inserting a mandrel, having substantially the same diameter as the valve stem, into the large diameter recess, and swaging from the outside the raw material, into which the mandrel is inserted, to reduce the inner diameter of the large diameter recess to the magnitude of the outer diameter of the mandrel.

The four groups of the inventions are not so linked as to form a single general inventive concept.